

# Sistema de alumbrado público eficiente

*Proyecto-estudio de eficiencia energética e  
instalación de alumbrado público*

*Ingeniería industrial técnica electricidad*

*Autor: Joaquín Cózar Camacho  
Tutor: Iván Lozano Álvarez*

INDICE

· 1. Introducción..... 5

· 2. Memoria técnica..... 13

· 3. Cálculos eléctricos..... 47

· 4. Telegestión..... 67

· 5. Eficiencia energética..... 79

· 6. Presupuesto..... 117

· 7. Memoria del proyecto..... 129

· Anexo I: Planos..... 141

· Anexo II: Timing..... 163

· Anexo III: Hojas técnicas..... 167

· Anexo IV: Pliego de condiciones..... 189

· Anexo V: Prevención de riesgos..... 209

· Anexo VI: Seguridad y salud..... 219

· Anexo VII: Índices..... 239

# Introducción

*Introducción*  
*Antecedentes*  
*Objeto*  
*Plazo de ejecución*  
*Reglamentación*

## 1.1. INTRODUCCIÓN.

En acuerdo con el excelentísimo ayuntamiento de Getafe se conviene a realizar la instalación de alumbrado público exterior de un sector residencial del barrio Juan de la Cierva de la misma localidad así como de los parques aledaños.

A modo de ofrecer la mejor solución de mercado y ateniéndose tanto a las distintas reglamentaciones españolas y europeas como al pliego de condiciones del ayuntamiento contratante se procederá a cumplimentar una memoria técnica del proceso de desarrollo del proyecto, un análisis presupuestario y un estudio pormenorizado de la eficiencia energética del conjunto.

De forma complementaria al documento se recoge un catálogo de planos descriptivos conforme a la obra social y a los distintos conceptos que a lo largo del proyecto así lo requiriesen al igual que la totalidad de material técnico y características particulares de todo elemento que adquiriera una importancia relevante durante el estudio, cálculo o ejecución del proyecto.

Quedará asegurada la totalidad de los cumplimientos legales necesarios y exigidos por las administraciones oficiales para llevar a cabo la confección de las obras así como la verificación, puesta en marcha y periódicas inspecciones a las que deba someterse la instalación.

## 1.2. ANTECEDENTES.

Con motivo del desarrollo, crecimiento y mejora del barrio y su imagen, el ayuntamiento contratante requiere los servicios para la reinstalación y estudio energético acorde con el modelo de la ciudad.

El área en cuestión se encuentra en uso público como superficie transitable por vehículos en su zona central y con sendas aceras a ambos lados de la calzada con exclusividad de acceso peatonal. De forma análoga dos parcelas ajardinadas anexadas a la calle principal sirven como parques infantiles y de ocio.

La calzada actúa como vía distribuidora local del municipio y acceso a zonas residenciales con una intensidad media diaria anual de tráfico superior a los 7000 vehículos circulando a una velocidad moderada según la ley no superior a los 50 km/h, mientras que los parques anexos se desarrollan en un uso ambiental exclusivamente peatonal con un flujo de tráfico de consideración normal y adecuado a las características del tipo de vía.



1.3. OBJETO.

Se establecen las condiciones técnicas y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente con el respaldo de obtener la autorización administrativa y de ejecución de la instalación ante los organismos competentes.

Se dotará a la zona de estudio de todo requerimiento necesario para un correcto alumbrado, asegurando la diligencia, puesta en marcha y explotación de la instalación.

Se desarrollará un proyecto eficiente al servicio tanto de vehículos como de peatones, adaptado al tránsito y actividades de los mismos y a la interacción entre ambos, y garantizando una calidad ambiental directamente proporcional al uso residencial del área.

Se garantizará la total invulnerabilidad del servicio y la protección del mismo frente a posibles perjuicios externos o de la propia red así como la seguridad propia ante contactos directos e indirectos.

Quedarán definidos y conformados los permisos previos a la concesión de red eléctrica por parte de la compañía suministradora.

1.4. PLAZO DE EJECUCIÓN.

La consecución de la obra social y la instalación para su puesta en marcha quedará completada en un plazo inferior a 30 días a partir de la firma del acta de comprobación de replanteo estableciéndose a partir de tal plazo un correcto funcionamiento y un uso normalizado de las instalaciones.

Adjunto en los anexos de la memoria se incluye el estudio del timing de operación del proyecto, como medio de programación de actuación y personal necesario a tal efecto.

1.5. REGLAMENTACIÓN.

El estudio y ejecución del proyecto se encuentran bajo la exigencia de cumplimiento a nivel tanto europeo, nacional como con el propio ayuntamiento municipal contratante de todos y cada uno de los reglamentos y pliegos que se exponen a continuación como premisa para un correcto, seguro y legitimado funcionamiento de la instalación.

Ordenanzas europeas :

- Normativa de la comisión internacional de iluminación CIE.
- Comité Europeo de Normalización Electrotécnica, CENELEC (Comité Européen de Normalisation Electrotechnique).

Ordenanzas nacionales:

- Reglamento electrotécnico para baja tensión e instrucciones técnicas complementarias aprobado por el Real Decreto 842/2002 según BOE 2 de agosto de 2002.
- Normas particulares y de normalización de la compañía suministradora de energía eléctrica Iberdrola.
- Real Decreto 1098/2001 de 12 de octubre de 2001, sobre la ley de contratos de las administraciones públicas.
- Real Decreto 3854/1970 de 31 de diciembre, sobre el pliego de cláusulas administrativas generales para la contratación de obras del estado.
- Real Decreto 2642/1985 de 18 de diciembre, sobre la homologación de columnas y báculos
- Real Decreto 846/2006 del 7 de julio, sobre las disposiciones en materia de normalización y homologación de productos industriales.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, reglamento de prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 2177/2004 de 12 de noviembre modificando al antiguo Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1725/1984 de 18 de julio, sobre verificaciones eléctricas y regularidad en el suministro de energía.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre, sobre las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 1/1995 de 24 de marzo, estatuto de los trabajadores.
- Segundo Plan Nacional de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética (NEEAP).

**Ordenanzas de la Comunidad de Madrid:**

- Boletín oficial de la Comunidad de Madrid.

**Ordenanzas municipales de la localidad de Getafe:**

- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

## Memoria técnica

*Estudio descriptivo*  
*Obra civil*  
*Alumbrado público*  
*Protecciones*  
*Puesta a tierra*

2.1. ESTUDIO DESCRIPTIVO.

2.1.1. LOCALIZACIÓN.

La instalación de alumbrado se ubica en el interior del barrio Juan de la Cierva propio del municipio de Getafe a 13 kilómetros al sur del centro de la capital de Madrid.

Se extiende a lo largo de la calle Badajoz, desde su nacimiento en la convergencia con la calle Aragón hasta su intersección con la avenida de las Ciudades.

Vinculada a la calle Badajoz se asientan dos áreas destinadas al ocio y de uso exclusivamente peatonal. Una primera en la confluencia con las calles Castellón de la Plana y la calle Mérida y una segunda entre la calle Cáceres y una zona de uso exclusivo para el aparcamiento de vehículos.

Adjunto en el anexo de planos figura una plano de situación del contexto del ayuntamiento y del área de instalación y desarrollo del proyecto.

2.1.2. EMPLAZAMIENTO.

El proyecto se dispone en un marco urbanístico residencial de edificios de viviendas con un complejo estructural y social desarrollado, sirviendo a su vez como vía de comunicación con una importante afluencia de tráfico debido a la proximidad de colegios, complejos deportivos y como importante foco de actividad. La ejecución de la instalación se asienta sobre dos áreas particularizadas por su uso, ejecución, y tratamiento en el estudio.

El eje principal del proyecto se extiende a lo largo de una calzada de tránsito de vehículos de 5 metros de ancho con sendas aceras de uso peatonal a cada lado de 2,5 metros cada una, conformando una superficie total de actuación de 5020 m². La afluencia media de la calzada sobrepasa los 7000 vehículos con una velocidad de circulación no superior a los 50 km/h según la ley de tráfico.

Dos zonas anexas al eje principal sirven como espacios exclusivamente peatonales y de ocio, ambas ajardinadas y con mobiliario urbano. El conjunto de los dos parques abarca una superficie total de 2485 m².

2.1.3. CONTRATISTA.

El estudio y ejecución del proyecto viene requerido a petición del ilustrísimo ayuntamiento de la localidad madrileña de Getafe con domicilio social en plaza de la Constitución s/n del mismo municipio.

2.1.4. SUMINISTRO.

El abastecimiento de energía será verificado y efectuado por la compañía productora y distribuidora Iberdrola Distribución Eléctrica S.A.U. bajo regulación según la ley 54/97 del sector eléctrico.

La compañía proveedora suministrará de energía eléctrica a la instalación a una tensión de 380/220 voltios procedente de la red de distribución de B.T. existente en la zona, siendo responsable a nivel práctico y legislativo de la calidad, fiabilidad y continuidad del servicio.

2.1.5. ARQUITECTURA DE RED.

La red de alimentación se distribuye mediante una configuración radial tomando como partida un cuadro de centro de mando situado en la bifurcación entre la calle Badajoz y la Avenida de Aragón que sirviéndose de cuatro circuitos subterráneos de sección uniforme dispone de energía a la totalidad de puntos luminosos de la instalación.

El esquema de distribución será del tipo TT, asegurando la configuración más óptima para el alumbrado público y la máxima protección del sistema mediante un punto común de conexión a tierra.

Dado que las condiciones asignadas siguen los parámetros técnicos de aplicación para una iluminación de dominio público en baja tensión se trabajará bajo una frecuencia de 50 hercios y una tensión de 380/220 voltios.

La red subterránea se encuentra canalizada y entubada a lo largo de todo su transporte asegurando las medidas de protección de los conductores frente a agentes externos y al deterioro propio debido al paso del tiempo. Se fija la instalación de arquetas cada 40 metros aproximadamente para facilitar el acceso al tendido del cableado y su instalación.

Los empalmes y derivaciones de la disposición del entramado de alimentación se producirán en las cajas de conexión, seccionamiento y protección de los soportes luminosos garantizando en cada punto, según reglamento, la continuidad, aislamiento y estanqueidad del conductor. En los planos anexados al documento se observa con total detalle la configuración, conformado y estructuración de toda la red de alimentación.

El ayuntamiento de Getafe será el responsable final de las operaciones de control, mantenimiento y explotación de la instalación.

2.1.6. TRAZADO.

La red de alimentación de la instalación se distribuye en cuatro circuitos canalizados dos a dos a ambos lados de la calle Badajoz dando como resultado un reparto ecuánime de la potencia total del proyecto.

En el plano de reparto de líneas que acompaña al documento se observa el punto exacto de cada báculo codificado según el circuito al cual pertenece y a sus luminarias. Se detalla de forma pormenorizada el trazado y diseño de la instalación en su totalidad.

El recorrido se sucede en la mayor parte de la obra bajo acera peatonal exceptuando los cruzamientos obligatorios que la estructura del plano obliga por calzadas de tránsito de vehículos, por lo que se presenta una atención especial de estas parcelas en profundidad y estructura de hormigonado rigiéndose a la normativa vigente.

De forma individual a cada circuito se ha obtenido una red equilibrada y un ajuste máximo en la sección de los conductores asignando la potencia de cada punto lumínico de forma equitativa entre las fases R, S y T tal como se muestra en los planos de distribución eléctrica que se adjuntan.

2.2. OBRA CIVIL.

2.2.1. CANALIZACIONES.

Los conductores presentes en la red de alimentación subterránea son entubados y enterrados a través de un complejo de zanjas de distribución cumpliendo en todo momento la conformidad de la normativa vigente ITC-BT 07, ITC-BT 09 e ITC-BT 21.

Se producen dos vías principales de canalización, una a cada lado de la calle Badajoz, a partir de las cuales se configura el transporte del cableado de alimentación a todos los puntos de la instalación. Por cada una de éstas canalizaciones centrales se alojarán dos circuitos que se repartirán como se observa en los planos de distribución.

Dada la disposición a la que se debe la configuración de red cobra importancia la atención a los cruzamientos, proximidades y paralelismos que se suceden debido a la perpendicularidad de aceras peatonales con vías de vehículos y a distintas instalaciones subterráneas que puedan encontrarse en la zona, ya que por normativa quedan regidas las distancias mínimas que han de respetar para asegurar el perfecto trabajo en conjunto, fijando unas separaciones de 20 centímetros con instalaciones de telecomunicaciones, agua o gas o con posibles acometidas y de 10 centímetros con otras posibles instalaciones eléctricas de baja tensión.

Las zanjas llevan un trabajo tal que asegure una profundidad mínima en aceras de 60 centímetros, aumentando al mínimo de 80 centímetros cuando el paso se produzca en el cruce con una carretera de circulación de vehículos. La canalización deja garantizada la distancia de cumplimiento obligatorio superior a los 40 centímetros de profundidad a los tubos de protección albergados en su interior.

Si la formación del terreno lo aconsejase se harán trabajos de entibado como medida de protección frente a posibles derrumbes o desprendimientos por causas atmosféricas o mal drenaje de la zanja.

El proceso de entubado se asienta y se protege con el recubrimiento de la zanja de una capa de hormigón de un mínimo de 10 centímetros a lo largo del canalizado de aceras y de un mínimo de 20 centímetros en la calzada. En la parte superior del hormigón una capa de tierra compactada al 95% del proctor normal y otra capa de arena de miga trabajan como soporte y ligante del estructurado.

Los tubos descansarán sobre una base nivelada cuidadosamente según las necesidades particulares y libre de todo elemento puntiagudo, cortante o verificado elemento de riesgo como posibles agente perjudicial.

Para conformar la futura seguridad de la instalación se colocará una cinta señalizadora a una distancia de 25 centímetros antes de llegar al tubo de protección y una profundidad del suelo superior a los 10 centímetros, a título informativo y de advertencia con el grabado “Peligro cables con tensión permanente Ayuntamiento de Getafe” quedando asegurada su referencia.

En el plano adjuntado referente al detalle de canalización se argumenta el análisis completo de la consecución de la obra peatonal y calzada.

2.2.2. ARQUETAS.

Con el fin de facilitar la instalación y manipulación posterior del entramado de alimentación subterráneo y en acuerdo con la parte contratante, se instalan 55 arquetas de acceso en cada uno de los báculos o columnas a lo largo de todo el emplazamiento.

Éstas arquetas estarán escalonadas aproximadamente cada 30 metros y con un máximo reglamentado de 40 metros siempre y cuando las condiciones del plano lo permitan.

Englobando la distribución total se completan arquetas en cada cruce de vías y en cada cambio de dirección brusco que tome el reparto de los conductores para reducir los posibles daños en los materiales.

Cada arqueta de fabrica de ladrillo macizo conforma una cítara enfoscada interiormente de 60x60x60 centímetros de dimensión. La tapa de 60x60 centímetros y cerco son de acero de fundición dúctil y aseguran el sellado óptimo. El interior de la arqueta es rellenado con arena de río para asegurar un correcto filtrado de las aguas.

De forma visible sobre la tapa de la arqueta queda grabado la inscripción de “Alumbrado público” para una correcta codificación.

Se llevarán a cabo todas las medidas necesarias a lo largo de la ejecución de la obra con el compromiso y finalidad de que las arquetas queden abiertas el menor tiempo posible con el objetivo de evitar accidentes.

Tanto en los planos anexados de distribución como de detalle se encuentran gráficamente la posición exacta de cada una de las arquetas y su configuración estructural y dimensiones.

2.2.3. MOVIMIENTOS DE TIERRAS.

De forma necesaria se efectuará la demolición y el levantamiento de acera y calzada y del pavimento de las áreas de ocio como paso previo al soterramiento de la red de alimentación, bajo el cumplimiento de la normativa municipal, de los Reales Decretos expuestos en la reglamentación y de toda medida de seguridad y riesgo laboral vigente.

Dada la naturaleza de las zanjas se asegurará la solidez, rigidez y compactado en toda su profundidad, fijando un terreno libre de posibles deslizamientos inadecuados por la excavación, posibles erosiones locales y evitando la disminución de la resistencia del terreno a tratar, cuyo objetivo sea el resultado de una superficie regular y geométrica perfectamente apta para la consecución de los trabajos posteriores.

La conformación de un sistema de drenaje óptimo será de vital importancia para el futuro del estado de las zanjas eliminando un importante foco de deterioro y alargando la viabilidad de las condiciones estructurales.

La ejecución se inicia con un replanteo y estudio del área de trabajo, llevando a cabo la limpieza y desbroce previo, asegurando la retirada de todo elemento que pudiese ocasionar daños o desperfectos en la estructura o instalaciones. La excavación es ejecutada en los márgenes de profundidad expuestos en los planos y legislados según reglamentación. Si la constitución del terreno lo requiriese o si la previsión de causas atmosféricas lo aconsejase, se tomarán medidas de entibado para evitar el desprendimiento del terreno y asentar los niveles de seguridad exigidos. Se producen entonces las labores de explanación según el estudio topográfico generando una rasante adecuada a las imperfecciones y necesidades del terreno y como paso previo al refinado y adecuado de tierras a fin del objetivo de una geometría estructural ideal. La zanja queda confeccionada tras el relleno, en el que se emplearán los materiales mismos de las excavaciones siempre y cuando el terreno no necesite de aditivos por su composición y que estos estén libres de posibles elementos en descomposición que den lugar a la aparición de huecos produciendo una debilitación del terreno. Se trabajará el allanado y cuidado hasta conseguir una homogeneización y compactación de composición a niveles de dureza requeridos.

Se tomarán todas las medidas posibles para asegurar el menor tiempo posible de la apertura de las excavaciones con el objeto de evitar accidentes y mantener la seguridad de la obra y pública.

El transporte y carga de tierras, escombros y demás material sobrante será realizado según la reglamentación actual a tal hecho, manteniéndose todas las medidas de seguridad necesarias y permitiéndose la circulación de vehículos aptos para la obra dentro de un contexto de coexistencia con peatones y zonas de habitabilidad permanente.

Quedará asegurada la confinación en vertederos de todo el conjunto sobrante y el cumplimiento legal para evitar el mayor perjuicio posible a la convivencia vecinal de la zona.

2.2.4. DRENAJE.

Por la naturaleza del proyecto y su exposición continua a las inclemencias del tiempo, la ejecución de las zanjas estarán provistas de un sistema de conducción y filtración del agua lo suficientemente coherente como para que la instalación no se vea afectada o condicionada por la sucesión prevista de lluvias o por cualquier otro medio de captación de agua de procedencia externa o no prevista.

La posibilidad de existencia de agua en las excavaciones o zanjas puede provocar la debilitación de la estructura y la consecución de derrumbes y desprendimientos en el terreno, por lo que se ven necesarias la toma de medidas previas mediante el apuntalamiento en los casos donde el área de estudio sea más frágil y la seguridad de un sistema de filtración del agua acorde con la pluviometría precedente.

El uso de tierra de miga y arena de río sirve como conducto de permeabilidad, que sumado a los sistemas de alcantarillado ya existentes en la estructura urbanística aseguran un perfecto desarrollo normal del funcionamiento frente a previsibles eventos temporales.

2.2.5. PAVIMENTACIÓN.

Las vías que se hayan visto afectadas por la formación de zanjas para el soterramiento de la red de alimentación, o el levantamiento o deterioro de las mismas por consecución colateral de la obra, serán pavimentadas y presentadas en su correcta formación y acabado garantizando la máxima de uso vial tanto para calzada como para acera y manteniendo las características exigibles para la finalidad del proyecto.

La actuación comprende la estructuración de cimientos, hormigón y capas superficiales del firme de la calle adecuadas al complejo estético y origen, a solución del ayuntamiento, así como la formación de bordillos en las aceras a ambos lados de la calzada.

El relleno de las zanjas se producirá mediante los productos empleados en las mismas excavaciones libre de raíces, fangos y cualquier otro tipo de material susceptible de descomposición y por lo tanto capaz de generar huecos, tensiones y puntos débiles en la estructura, y siempre y cuando el terreno no sea rocoso o debido a las circunstancias particulares necesite de algún aditivo con el fin de obtener una mejora en su dureza, consistencia o resistencia.

Las aceras estarán formadas sobre una capa de mortero y un cimientos de hormigón. Una capa de mortero de consistencia muy seca y con un espesor de 30 milímetros extendido de forma uniforme finalizando con una ultima capa espolvoreada con cemento.

La colocación de baldosas o losas se realiza sobre una capa de mortero de cemento procediendo sobre esta de forma manual o mediante maquinaria específica.

La calzada es constituida por diferentes componentes según las características propias e individualizadas del terreno, usándose componentes áridos y gravas naturales para la base, materiales específicos de la zona, cal, cemento y suelos seleccionados.

Toda la proyección de la pavimentación se cumplimenta bajo la normativa expuesta y sobre las prescripciones técnicas generales para obras, asegurando la verificación de todos los ensayos previos de superficie frente al desgaste e impacto, ajustándose a las tolerancias normalizadas y adaptando toda la ejecución a los niveles propios de seguridad tanto de obra como de uso posterior.

2.2.6. CIMENTACIONES.

Los trabajos de instalación de los báculos y columnas seguirán estrictamente las disposiciones aplicables según la reglamentación de baja tensión y la normativa nacional UNE-EN 40-5:2003 asegurando una perfecta sujeción al piso y unos niveles de seguridad óptimos.

Las excavaciones practicables serán proporcionales a las necesidades según la altura de los puntos lumínicos, por lo que se configura un volumen de 80x80x100 centímetros para las columnas de una altura máxima de 6 metros situadas en las áreas de ocio de uso exclusivamente peatonal y un volumen de 100x100x120 centímetros para los báculos dobles con una altura máxima de 10 metros de uso tanto en vía peatonal como en calzada.

La cimentación ese realizará con dados de hormigón en masa HM-20 de consistencia plástica y con una resistencia característica de 175 a 200 kg/cm<sup>2</sup>, adaptado a unos niveles ambiente de humedad alta II a.

En el anexo se pude verificar el plano detalle de las cimentaciones procedentes en la obra, donde se puede seguir de manera más gráfica las medidas y actuaciones.

2.3. ALUMBRADO PÚBLICO.

2.3.1. DIMENSIONAMIENTO.

La instalación se extiende a lo largo de una superficie total de 7505 m<sup>2</sup>, alimentada por una red subterránea formada por cuatro circuitos que conectan el centro de mando con cada uno de los 40 puntos luminosos situados a lo largo del espacio delimitado. Se instalan un conjunto de 64 luminarias con una potencia de 150 vatios técnicos cada una, que con el conjunto de cargas previas existentes en la distribución de la localidad integran una potencia instalada completa de 13200 vatios.

El factor de potencia individual se fijara en 0,95 y la máxima caída de tensión entre el origen de la instalación cualquier otro punto será menor al 3% tal y como fija el reglamento de baja tensión. Se implementa un sistema de telegestión y control con el fin de dotar a la instalación de un sistema de ahorro energético y de dar la oportunidad de trabajo de un encendido astronómico y un control de los niveles de iluminación.

2.3.2. RED DE ALIMENTACIÓN.

El sistema de distribución de la energía se ejecutará a través de una red subterránea mediante una disposición de canalizaciones que servirán de alojamiento para el complejo de alimentación entubado del cableado.

2.3.2.1. Esquema de distribución.

Con el fin de dotar al sistema de unos niveles de seguridad máximos frente a los contactos indirectos y de protección de la aparamenta dispuesta se procede a la instalación de un esquema de distribución TT, asegurando la configuración optima para el alumbrado público.

La alimentación contará con el cableado neutro y las masas metálicas de los receptores conectados directamente a tomas de tierra separadas. La corriente de defecto circula a través del terreno hasta el punto neutro del transformador, provocando una diferencia de corriente entre los conductores de fase y neutro que al ser detectado por el interruptor diferencial provoca la desconexión automática de la alimentación. Durante el fallo la tensión queda limitada por la toma de tierra del receptor a un valor igual a la resistencia de la puesta de tierra por la intensidad de defecto.

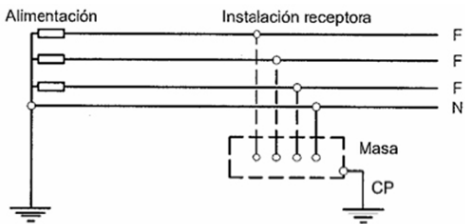


Figura 1. Esquema TT.

El neutro de la instalación de alumbrado se encontrará conectado al neutro de la red de distribución, garantizando la continuidad desde la salida del transformador de AT/BT hasta los puntos de luz.

Las intensidades de defecto pueden sucederse en valores inferiores a los de cortocircuito pudiendo ser suficientes para la aparición de tensiones peligrosas.

La implementación del esquema TT procede a la desconexión al primer defecto mediante el trabajo cooperativo con los interruptores diferenciales de protección alojados en la instalación.

2.3.2.2. Canalización entubada.

La canalización de la red de alimentación se describe según lo argumentado en el punto 2.2.1. de la memoria descriptiva de la obra civil y como se detalla en los planos anexados al proyecto.

Los circuitos serán canalizados bajo tubo como medida de protección y frente a la degradación del paso del tiempo según lo expuesto y conforme a lo establecido en la normativa UNE-EN 50086-2-4 y la ITC-BT-21.

El tubo está formado por un corrugado de PVC con unas características de resistencia a la compresión superiores a los 750 N y una resistencia al impacto de grado normal. Asegura una protección frente a la penetración de objetos con un diámetro igual o superior a 1 milímetro y frente a los posible daños producidos por el agua de la lluvia. Dada las circunstancias medioambientales a las que se enfrenta el tubo soporta una oposición frente a la corrosión de nivel medio. Presenta unas dimensiones de diámetro interior de 90 mm y de 110 mm de diámetro exterior dando conformidad al reglamento mínimo para la sección de 6 mm<sup>2</sup> del conductor del circuito de alimentación en la instalación. Éstas medidas garantizan un fácil alojamiento y extracción del cableado.

Se instalará un único circuito por cada tubo y se añadirá un tubo más de reserva por canalización a lo largo de toda la instalación subterránea por cumplimiento del reglamento en ocasionales cruzamientos y por petición expresa del pliego del ayuntamiento de Getafe frente a posibles interacciones estructurales o la previsión de cambios futuros en las cargas o necesidad de aumentar el sistema de circuitos.

La instalación del entubado se lleva a cabo sobre dos tipos de terreno según su funcionalidad posterior y la necesidad de soportar distintos niveles de carga, el área considerada suelo ligero no pedregoso de uso peatonal que comprende las aceras y las zonas de ocio extendiéndose a lo largo de un camino subterráneo superior a los 900 metros y el área considerada suelo pesado del tipo pedregoso y duro de uso para vehículos que comprende la calzada en cada cruzamiento en el diseño de la canalización suponiendo un recorrido de 125 metros.

En el suelo ligero el tubo apoyará sobre un lecho de arena lavada de río de 10 cm de espesor y relleno de tierra compactada al 95% del proctor normal.



El suelo de tipo pesado es trabajado de forma que el tubo irá embutido en macizo de hormigón de 30 cm de espesor y relleno de tierra compactada al 95% del proctor normal.

La instalación subterránea del entubado contará con una cinta señalizadora a una profundidad superior a los 10 cm del suelo y a una distancia de 25 cm antes de llegar a los tubos con la finalidad de advertir a posibles aperturas posteriores de la situación de líneas de tensión y asegurar un margen de seguridad y protección.

Se establecerá una red de arquetas tal y como se detalla en el apartado 2.2.2. de la memoria descriptiva de la obra civil con el objetivo de facilitar el tendido del cableado y el acceso al mismo en aquellos puntos donde se considere necesario para posibles reparaciones o cambios en la estructura.

Se diseña un trazado estructural a lo largo de la superficie total a tratar de manera que se evite los cambios bruscos o de dirección en la medida de lo posible creando un recorrido paralelo a la calzada y a la línea urbanística de las edificaciones. Las curvas de los tubos se registrarán según el radio mínimo conforme al reglamento UNE-EN 50086-2-2, salvaguardando siempre la estanqueidad de sus ensamblados y la continuidad de protección para los conductores alojados en su interior.

En el anexo de planos se puede observar con detalle la estructuración completa del trazado de canalizaciones y tubos, así como el análisis en profundidad de la conformación de los tubos y su instalación subterránea.

Toda la red subterránea de entubado garantiza el cumplimiento y aprobación de los ensayos requeridos e indicados en la norma UNE-EN 50086-2-2 y la legislación activa como medida de protección y seguridad y del perfecto funcionamiento de la instalación.

2.3.2.3. Conductores.

La red de alimentación subterránea de la instalación presenta un cableado de cobre RV-K electrolítico de clase I y II según UNE-EN 60228 y EN 60228 con una cubierta de PVC tipo DMV-18 según UNE 21123 y HD 603S1 de reducida emisión de ácido clorhídrico.

Está equipado con un aislamiento de polietileno reticulado tipo DIX-3 otorgando una admisión de densidad de corriente superior sin aumentar la sección.

Su tensión nominal es de 0,6/1kV cumpliendo con los requisitos de la ITC BT-07 para las distribuciones de alumbrado público de baja tensión.

La temperatura máxima es de 90 °C y su constitución evita la propagación de la llama según cumplimiento de la reglamentación UNE-EN 60332, EN 60332 e IEC 60332.

El cable cumple con todos los requisitos exigidos con la actual legislación para el trabajo de transporte subterráneo y distribución de la energía en baja tensión.

Se instalará un cableado unipolar de 6 mm<sup>2</sup> de sección en cada uno de los cuatro circuitos, lo que nos permitirá cumplir con el 3% de caída de tensión soportada regulado en la ITC BT y optimizar la sección de los conductores al máximo según la normativa suponiendo una repercusión directa de nivel económico.

La corriente máxima admisible que será capaz de soportar se calcula con un valor límite de 44 A, valor que no será superado en ningún caso por los circuitos de alimentación de la instalación como se observa en la tabla del apartado de cálculos donde se justifica los niveles de intensidad que circularán por cada conductor.

Todos los valores obtenidos para la correcta selección del cableado de alimentación se detallan en el proceso de elaboración del apartado de cálculos de la memoria.

En el anexo correspondiente de la memoria se encuentra la hoja técnica del conductor para el análisis exhaustivo de sus características y propiedades.

La sección del conductor neutro queda fijada por las características de la instalación y del cableado de alimentación según los parámetros marcados en la ITC BT-07 asignándose un valor de 6 mm<sup>2</sup>.

Los cables llevarán grabado el código identificativo en la cubierta exterior y el nombre del fabricante, el tipo de cable y la sección en las bobinas.

2.3.2.4. Conexiones.

Las conexiones de unión o derivaciones de los conductores se realizan siempre en las cajas clavadas situadas en los puntos luminosos de la instalación. Nunca se realizará un empalme a lo largo de la línea.

Las cajas clavadas se especifican con mayor detalle en de la memoria descriptiva del alumbrado público.

Para la correcta conexión de los conductores se llevarán a cabo mediante punteras huecas o de plata.

2.3.3. CENTRO DE PROTECCIÓN MEDIDA Y CONTROL.

El equipo de centro de mando se emplaza en la bifurcación de la calle Badajoz y la avenida Aragón en el punto exacto situado en los planos de localización y distribución, y se erige como punto de partida de los circuitos de alimentación de la red de baja tensión.

Se instala una unidad de centro de mano MS 1G con 10 salidas a petición expresa del ayuntamiento con el fin de mantener reservas frente a la posible futura necesidad de agregar algún circuito suplementario y preparado para albergar equipo de medida de la compañía suministradora, regulador de flujo, cuadro de mando, protección, módulo de control y sistema de telecontrol.

El armario envolvente dispone unas dimensiones de 1200x1200x500 mm, fabricado en chapa de acero inoxidable de 2 mm de espesor dotándolo de una calidad AISI 304L homologado para soportar las condiciones ambientales estándar del área de actuación.

Se compone por un zócalo desmontable del mismo material y un tejadillo exento de zonas puntiagudas que confiere una mayor seguridad.



Figura 2. Centro de mando.

El conjunto garantiza un grado de protección frente al polvo y a líquidos IP55 y una protección al impacto mecánico IK10, valores ambos exigidos por el reglamento actual, avalando al mismo tiempo un sistema de ventilación de rejillas en el zócalo con filtros que mantienen el nivel de protección y obtiene el máximo rendimiento de trabajo.

Presenta un doble acceso mediante la incorporación de 4 puertas, 2 en la parte anterior y 2 en la parte posterior. La distribución de estas puertas deja en el flanco anterior el acceso a la compañía eléctrica en la parte izquierda y el equipo regulador de flujo luminoso en la derecha, mientras que en la zona posterior se accede al cuadro de mando y protección en la región izquierda quedando la derecha para el módulo de control, telecomunicaciones y demás elementos electrónicos.

El sistema de cerradura está provisto de fallebas para garantizar un cierre de tres puntos más seguro y adecuado, siendo los bombillos fácilmente intercambiables para poder adaptarlos a la normalización del ayuntamiento y de la compañía suministradora, aceptando también el cierre mediante candado. El acceso será exclusivo a personal autorizado.

El diseño exterior del zócalo redondeado, los colores y materiales hacen del centro de mando un habitáculo no solo resistente y eficiente si no que además conforman un elemento integrable al equipamiento urbano.

Un juego de cáncamos en su estructura permiten una mayor facilidad de manejo y transporte del armario. Una vez realizada su función estos elementos pueden ser desmontados manteniendo el empaque su grado de protección.

### 2.3.3.1. Cuadro de maniobra.

El cuadro garantiza la protección de la red de alimentación frente a sobrecargas, cortocircuitos, corrientes de defecto a tierra y sobretensiones tal y como se exige en la reglamentación vigente y se justifica en el apartado de cálculos de la memoria.

Las circunstancias particulares de la ejecución del proyecto y sus medidas de seguridad, protección, arranque y funcionamiento se observan de forma detallada en el plano del esquema unifilar de la instalación en el anexo de planos.

Preparado para tensiones de servicio superiores a 500 v, está encabezado por un interruptor general de 4x125 A.

Cada circuito de forma individual esta protegido por un contactor tetrapolar, un interruptor automático omnipolar en cada salida y un interruptor diferencial tetrapolar de alta sensibilidad de 30 mA.

Por cada fase sumará un protector magnetotérmico unipolar independiente y neutro.

Los interruptores y conmutadores son rotativos y provistos de cubierta, capaces de realizar 10000 maniobras sin que se produzcan desgastes dañinos o averías y sin exceder de una temperatura de 65 °C después de funcionar una hora con su intensidad nominal.

Los diferenciales son aptos para soportar 20000 maniobras bajo carga nominal, siendo el tiempo de respuesta de 300 ms.

Los contactores garantizan 5000000 de maniobras. Sus contactos están recubiertos de plata y la bobina tiene una tensión nominal de 400 V, sin exceder en ningún momento ninguna de sus piezas de los 65 °C de temperatura tras una hora de funcionamiento a la intensidad nominal.

Se asegurará la conexión a tierra de la parte metálicas del cuadro para su total seguridad y protección.

### 2.3.3.2. Reguladores.

El equipo de regulación se emplea en el trabajo de reducción y estabilización de tensión en las instalaciones, permitiendo obtener una reducción del consumo de la energía y de la contaminación luminosa.

El sistema permite unos parámetros de regulación de 6 a 45 kVA

Mediante la tensión de línea el regulador inicia la fase de encendido hasta alcanzar la tensión prefijada, momento en el que las lámparas irán incrementando el grado de iluminación hasta llegar a la tensión nominal, según la rampa programada. Ésta posición se mantiene hasta que se reciba una orden exterior para iniciar la reducción.

Automáticamente si se detectan microcortes en la red, realiza un ciclo de reencendido para evitar el parpadeo de las lámparas apagadas.

La instalación se produce entre fase y neutro consiguiendo un control independiente de la tensión de salida de cada fase.

El manejo y control de la regulación se puede llevar a cabo mediante señales externas prefijando los niveles de uso o a través de los módulos de telecontrol equipados en la instalación.

Se instala un elemento OLC (outdoor luminaire controller) por cada lámpara ubicando su colocación en la luminaria, para llevar a cabo las funcionalidades de control del encendido, apagado y regulación además de la monitorización de los datos.

El armario está confeccionado con entradas de ventilación para mejorar el rendimiento del equipo de regulación, asumiendo toda la configuración del complejo la total verificación respecto a la normativa UNE-EN ISO 9001:2000.

2.3.3.3. Mando y control.

La unidad del centro de mando incorpora un módulo de control SGC capacitado para monitorizar los reguladores de flujo de las luminarias generando una red de vigilia y control mediante la comparación de sus tensiones. La finalidad es la interacción con el usuario mediante un display proporcionando medidas e informaciones de estado de los elementos externos asociados.

Sus dimensiones externas son de 235x125x50 mm, adaptado para la funcionalidad y el empaque en el armario envolvente, realizándose la fijación mediante garras de sujeción trasera a dos carriles DIN separados 125 mm entre ejes.

El equipo nos da autoridad de gobierno de distintas funcionalidades del sistema de trabajo de la red de alimentación obteniendo una ejecución más eficiente, económica y limpia.

· Reloj astronómico

Permite el control del encendido y apagado de la instalación, así como de distintas programaciones personalizadas adaptables a cualquier necesidad del conjunto, proporcionando una calidad óptima en cualquier fase de trabajo con un ahorro energético notable entre un 3% y un 7% del consumo. Puede programarse un horario de encendido para cada uno de sus cuatro relés y diferenciar zonas o elementos asociados.

· Señalización

Visualiza el estado de los elementos de protección de salida, automático principal, contactores e interruptores mediante la combinación de 6 entradas de señal, monitorizando los resultados.

· Medidas

La programación de rangos de trabajo óptimos para cada elemento y la actuación de alarmas gestionan el control para un perfecto funcionamiento. El sistema realiza un análisis de las tensiones, intensidades y factor de potencia de cada fase además de la corriente diferencial de la instalación.

Temperatura de transformadores y elementos de regulación serán también controladas como medida de seguridad de los equipos.

Con la finalidad de evaluar el impacto ambiental, realiza dos medidas externas variables a evaluar por el operario cualificado.

· Control de ordenes

Posibilita una variabilidad amplia de dominio y mando con la ejecución de 6 ordenes independientes sobre cualquiera de sus elementos.

· Ciclos de funcionamiento

La sensibilidad de variación voltio a voltio admite la programación precisa en función de la instalación frente a tensiones y horarios de reducción de los reguladores, ofreciendo periodos anuales, semanales o independientes.

· Avisos y alarmas

La prevención de anomalías y averías en el cuadro de mando o en los elementos funcionales de la red son verificados, monitorizados y registrados. El propio mando es el encargado por defecto del control de fallos originados en origen o situación, dejando a decisión del usuario la programación de parámetros como intensidades, tensiones o temperaturas.

· Telecontrol

El sistema de telecontrol permite el seguimiento y control de todas las funciones del centro de mando a través de un PC externo mediante una vía de comunicación a distancia y un software de aplicación. La unidad cuenta con la incorporación de un módem/router modelo HR4110 UMTS HSDPA GPRS+IPSEC.

2.3.4. SOPORTES LUMINARIAS.

La instalación se extiende a lo largo de 40 puestos de iluminación repartidos mediante un estudio previo de forma equitativa obteniendo un resultado lumínico simétrico y preciso. La selección de los soportes se condiciona por las características de los tipos de vías diferenciadas del proyecto de forma que se presentan dos patrones, 16 columnas de 6 metros de altura para las zonas de ocio adjuntas a la vía principal y 24 báculos dobles de 10 metros de altura máxima montados en las aceras peatonales como iluminación para las vías de circulación de vehículos y peatonales. Todos los soportes quedan anclados en la posición establecida y detallada en los planos de distribución de las líneas, codificados según la numeración de cada luminaria perteneciente al soporte y su circuito.

Tanto las columnas como los báculos están fabricados en acero al carbono de alta calidad A-360 B, con un acabado galvanizado en caliente por inmersión de una sola vez con un peso de cinc superior a 0,4 kg/m<sup>2</sup>, previo tratamiento de desengrasado, decapado y luxado, alcanzando un recubrimiento mínimo de 65 micras. Gozarán de un diámetro punta de 76 mm con unos espesores de 3 mm para las columnas de 6 m y de 4 mm para los báculos de 10 metros de altura.

Están provistas de una puerta de registro enrasada plana con marco exterior para alojar la caja de conexiones y fusibles. Con unas dimensiones de 300x80 mm, se sitúa a 2 m de altura por petición expresa del ayuntamiento y está provista de dos cerraduras tipo Hallen con arandela y pasador interior para evitar la manipulación de personal no cualificado y el vandalismo.

Los báculos ejecutarán una doble función de alumbrado con un mismo soporte amén de ahorrar material y de evitar el mayor impacto urbanístico posible, por lo que contará con un segundo brazo elevado a una altura de 6 m enfocado a la iluminación peatonal, contrapuesto a la iluminación de la calzada de vehículos elevado a una altura de 10 m.

Los soportes quedan perfectamente definidos y detallados en el plano de báculos y comunas de luminarias adjuntado en el anexo de planos.

Se encuentran equipados con una placa de anclaje con cuatro taladros para pernos separados, aro de refuerzo, cartelas, orejeta para toma de tierra y casquillo para amarre de luminaria.

La fijación a la cimentación se lleva a cabo con el anclado de los pernos a través de la placa base mediante arandela, tuerca y contratuerca. Los trabajos y especificaciones de la cimentación quedan definidos en el apartado 2.2.6. del proyecto de la obra civil y plasmados en el plano adjunto.

Se aplica una resistencia sin deformación superior a una carga de 30 kg suspendida en el extremo de la ubicación de la luminaria además de una resistencia de esfuerzo horizontal de 50 kg a una altura de 3 m para las columnas y de 70 kg aplicados a 6 m de altura para los báculos. En cualquier caso el coeficiente de seguridad es siempre superior a 3,5 aplicando especial atención a la acción del viento.

Los materiales protegen el interior frente a la intemperie, impidiendo el paso de agua de la lluvia o la condensación, asegurando una protección superior a IP44 e IK10.

Todos los soportes cumplen con la normativa vigente y expuesta en el apartadode reglamentación del proyecto y disponen de las siguientes homologaciones y certificados:

- Certificado de conformidad, con norma ISO 9001:2008.
- Certificado IQNET ES-0508/1999.
- Certificado del producto para columnas de acero (019/000103) y para báculos de acero (019/000104).
- Certificado de conformidad para el marcado CE, para columnas de acero (0099/CPD/A55/0071) y para báculos de acero (0099/CPD/A55/0072).

· Caja de conexiones

Situada a 2 metros sobre la base, se encuentra en el interior de los soportes comunicada con el exterior a través de la puerta de registro con acceso exclusivo a personal cualificado.

Protege y mantiene sin ejercer ningún tipo de esfuerzo de tracción las conexiones ligadas de la red de alimentación y las luminarias, y se ejecutan las derivaciones necesarias para el diseño de la distribución de la instalación.

Se instala una caja CLAVED COFRED 1468 por cada soporte, tanto columna como báculo, fabricada en poliéster con fibra de vidrio color RAL 7035. El material es aislante de clase térmica E y autoextinguible a 960°. Es resistente a los álcalis y presenta un cierre por tornillo de latón para mayor seguridad.

Tiene unas dimensiones de 147x95x65 mm para su perfecto acople en el interior de los soportes y viene fabricado con bornes en latón estañado apto para las secciones de trabajo del proyecto.



Figura 3. Caja de conexiones.

Preparado para alojar los elementos de protección para la seguridad de la red y de las luminarias mediante la admisión de cartuchos de fusibles cilíndricos de 10x38, colocando 2 en las cajas para columnas de una sola luminaria y 4 en las cajas para báculos de dos luminarias, un total de 128 fusibles.

El sistema de conexión ofrece un grado de protección IP44 según requisitos de la normativa actual.

Se encuentra la hoja técnica en el apartado adjunto correspondiente de la memoria.

· Instalación eléctrica

El enlace de los circuitos de alimentación procedentes del cuadro de maniobra y control con las luminarias se produce en el interior de los soportes y con el cuadro de conexiones como punto ensamblaje.

Los conductores interiores RV-K son de cobre electrolítico flexible clase V con un aislamiento de polietileno reticulado tipo DIX-3 que consigue una mayor densidad de corriente a igual sección y una cubierta de PVC tipo DMV-18 de reducida emisión de ácido clorhídrico. Tienen una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y una tensión asignada 0,6/1 kV.

La temperatura máxima es de 90°C y su tensión de ensayo es de 3500 en C.A.

EL diámetro exterior es de 9,92 mm perfectamente apto para su trabajo de instalación y un peso de 135 kg/km.

En los puntos de entrada a los soportes los cables están previstos de una protección suplementaria de material aislante.

Para un mayor caracterización del cable se adjunta su hoja técnica en el apartado correspondiente de la memoria.

2.3.5. LUMINARIAS.

La instalación se ejecuta a lo largo de un total de 64 luminarias soportadas por 16 columnas simples y 24 báculos dobles.

Por necesidades del diseño del alumbrado se determinan dos tipos de luminaria según las características del área de trabajo, que se pueden englobar en iluminación peatonal mediante la luminaria ARAMIS y la iluminación de calzada de vehículos mediante la luminaria ZAFIRO.

Las luminarias se encargarán del reparto, filtrado y transformación de luz emitida por las lámparas alojadas en su interior junto con el conjunto de elementos auxiliares, OLC y balasto electrónico, que conforman el equipo de iluminación.

Cada punto de luz será regulable de forma individual en tensión e intensidad lumínica, almacenando datos de tensión, intensidad, frecuencia y horas de funcionamiento para los trabajos de telegestión, encontrándose interconectadas con el centro de mando mediante la red de alimentación propia de la instalación.

El diseño, instalación y cada uno de los requisitos expuestos para la selección de las luminarias se rigen bajo la normativa UNE-EN 60598, certificando su homologación.

Se garantizará la oportuna resistencia a los agentes atmosféricos y protección a la lámpara frente al polvo o efectos mecánicos, la facilidad de conservación e instalación así como de su reposición y una estética acorde con el diseño urbanístico provocando el menor impacto visual.

En los planos adjuntos a la memoria descriptiva se encuentra la distribución de cada una de las luminarias expuestas, codificadas según el número de circuito al que pertenecen y su propia asignación. De igual manera se encuentra una detallada caracterización de las dimensiones individuales de cada tipo de luminaria junto con las especificaciones del báculo o columna al cual pertenecen en el plano de descripción de los soportes.

2.3.5.1. Peatonal.

La iluminación peatonal de la instalación se enfoca en dos áreas de uso, las aceras transitables a lo largo de la calle Badajoz y los sectores de las calles próximas a ésta delimitadas en los planos, y los dos parques asociados.

Aún con la diferencia de soportes, ambas áreas sitúan a las luminarias a una altura de trabajo de 6 metros del suelo y con unas condiciones de iluminación semejantes.

Se instala un total de 40 unidades de luminaria ARAMIS R1543 compuesta por una corona intermedia como elemento de soporte entre la parte superior o tapa y la parte inferior o bloque óptico.

La corona metálica esta compuesta de aluminio inyectado a presión otorgándole las características de robustez mecánica necesarias como pieza de unión entre ambas partes y una resistencia a los agentes atmosféricos requerida por la normativa actual.

El capó es de aluminio embutido y se instala sujeto al aro metálico mediante un tope y resorte a presión sobre la guía.



Figura 4. Luminaria Aramis.



En la parte inferior el bloque óptico está conformado por un reflector de aluminio embutido monocasco de calidad 99,8%, abrillantado y anodizado contra agentes externos con una capa de 4 micras de espesor y un protector de vidrio curvado por termoformado de policarbonato con un grosor de 6 mm como medida de entereza antivandalismo con una resistencia al impacto de 60 Julios. Irá sujeto a la corona metálica y sellado con silicona permitiendo el montaje y desmontaje de la lámpara a través del tapón obturador que cierra el bloque óptico.

La polivalencia de sus fijaciones aseguran el perfecto ajuste tanto para el soporte en el báculo como para la columna.

Tiene unas características herméticas y de protección adecuadas a la normativa vigente con una protección de Clase I con conductor y toma de tierra, con una IP 66 para el bloque óptico y una IP 44 para los elementos auxiliares.

A pesar de sus propiedades de resistencia la luminaria sostiene una ligereza con un peso en vacío de 5,5 kg.

La luminaria tiene una intensidad luminosa de clase G2 según normativa EN 13201-2, y una limitación del deslumbramiento KB2 bajo la normativa DIN 5044.

El sistema Aramis alojará en toda la instalación, tanto para la iluminación de aceras como la iluminación de las zonas de ocio, una lámpara del tipo halogenuro metálico con una potencia de 150 W, exhibiendo como queda definido en el estudio de la eficiencia energética del proyecto la perfecta comunión entre ambos.

La distribución fotométrica de la luminaria denota unos niveles de rendimiento junto con la lámpara de uso superiores al 75% permitiendo obtener los mejores resultados luminotécnicos y la mejor calificación de eficiencia energética. El alcance supera el nivel de los 60° y la dispersión se encuentra en torno a los 45°. Los niveles de control de deslumbramiento SLI se encuentran por encima de 3,2.

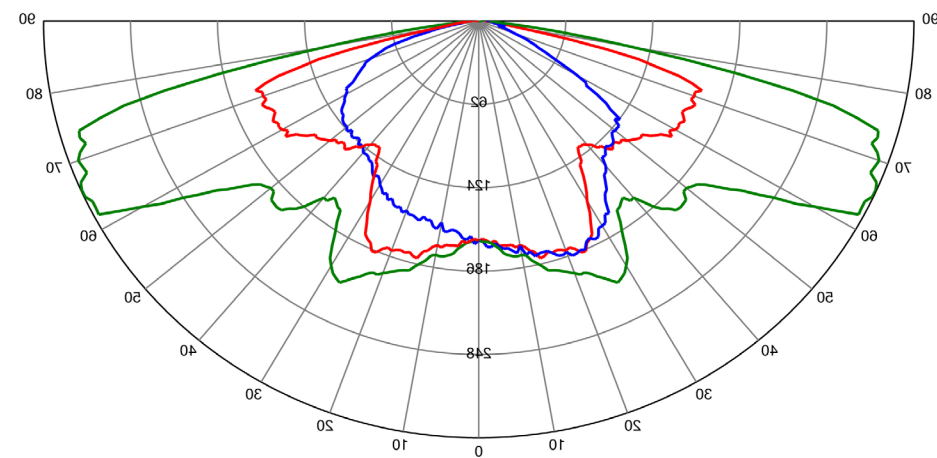


Figura 5. Distribución fotométrica Aramis.

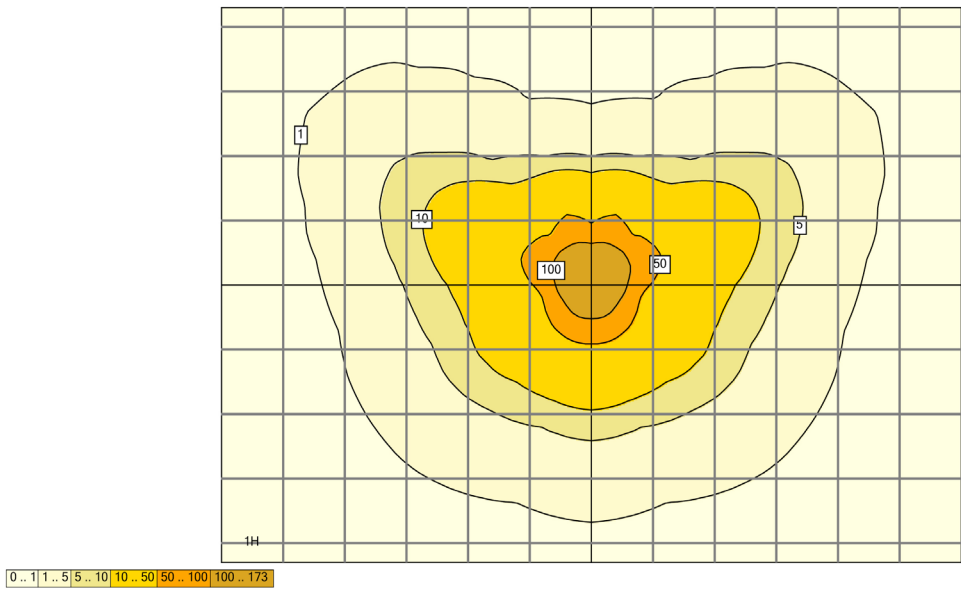


Figura 6. Distribución fotométrica Aramis.

Para la ejecución de los trabajos de mantenimiento la luminaria está conformada para agilizar al máximo el proceso mediante un acceso sin herramientas, con un resorte situado en la parte trasera del capó, permitiendo la manipulación de los auxiliares eléctricos y de la lámpara con una sencilla rotación del obturador.

### 2.3.5.2. Calzada.

La iluminación de la calzada dedicada a la circulación de vehículos se extiende por toda la superficie de la calle Badajoz y de algunos tramos de las calles de los alrededores delimitados en los planos de distribución.

Siempre situadas en la parte más alta de los báculos, las luminarias llevan a cabo el alumbrado sobre una altura de 10 m desde el suelo con la seguridad, gracias a la confección de su estudio, de realizar la iluminación más eficiente.

Se instalan un total de 24 unidades ZAFIRO 2 R1963 compuestas por dos partes diferenciadas, la superior o capó y la inferior o cuerpo, unidas entre si mediante dos bisagras y un sistema de cierre de tres puntos. Cada uno de los elementos está formado a través de un compuesto de aluminio inyectado a presión de aleación L2521.

El capó trabaja como protección cubriendo los elementos alojados en el interior de la luminaria.

Mediante el basculamiento de las bisagras y su apertura se lleva a cabo la manipulación de sus componentes.

La parte inferior o cuerpo alberga el soporte de los auxiliares eléctricos de acero galvanizado en su parte posterior sobre varias columnas y el bloque óptico dispuesto en la parte anterior a través de una ventana. El obturador soporte portalámparas es de porcelana y está dotado de un sistema de reglaje del posicionamiento de la lámpara que permite adaptar la distribución fotométrica.



Figura 7. Luminaria Zafiro.

El bloque óptico está constituido por un cierre de vidrio liso curvado en forma de cubeta de alta seguridad y un reflector de aluminio, abrillantado y oxidado anódicamente. Se encontrará sellado garantizando la hermeticidad y protección de su interior. Será extraíble en su totalidad y se fijará mediante dos piezas que lo sujetan mecánicamente.

En la parte más externa se encuentra el protector de vidrio de 4,5 mm de espesor de alta resistencia a los impactos mecánicos y térmicos gracias al templado al que está sometido. Permite un constante nivel de transparencia a lo largo del tiempo debido a la ausencia de amarillamiento y a la insensibilidad al fenómeno electroestático.

El reflector será de chapa de aluminio de 99,8% de pureza, conformado por embutición profunda y abrillantado electroquímimicamente y oxidado anódicamente con un espesor de la capa de óxido de 4 a 5 micras. Irá sellado al bloque óptico y su acceso solo se puede realizar por rotación o traslación del obturador provisto de una junta labiada ultracorta.

Sus características de hermeticidad cumplen con la normativa con una IP 66 perdurable en el tiempo en el bloque óptico y una IP 44 para el compartimento de elementos auxiliares. La resistencia a los impactos por parte del protector de vidrio alcanza un valor IK 08. El conjunto adquiere un aislamiento eléctrico de Clase I.

Al estar formado por aluminio el equipo mantiene su resistencia a pesar de la ligereza de los materiales con 9,3 kg.

La iluminación estará a cargo de un conjunto de lámparas de sodio a alta presión con una potencia individual de 150 W, que completan la máxima calidad de alumbrado como queda demostrado en el apartado de la memoria referente a la eficiencia energética del conjunto.

La distribución fotométrica innovadora, que nos permite desarrollar el conjunto del reflector de la luminaria y la lámpara, alcanza unos niveles de eficiencia próximos al 80%, lo que se traduce en un rendimiento de nivel máximo concediendo la mayor eficiencia posible en su estudio y práctica.

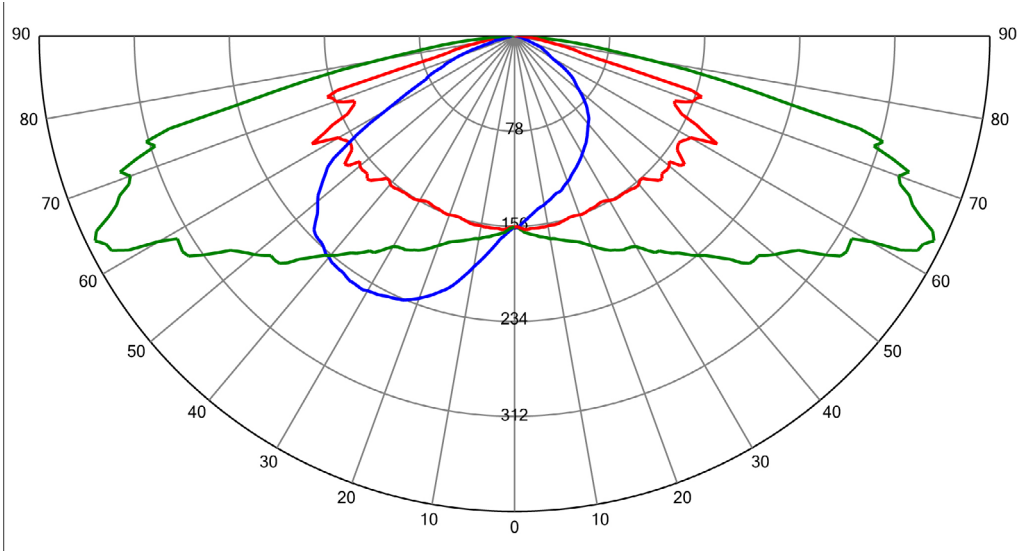


Figura 8. Distribución fotométrica Zafiro.

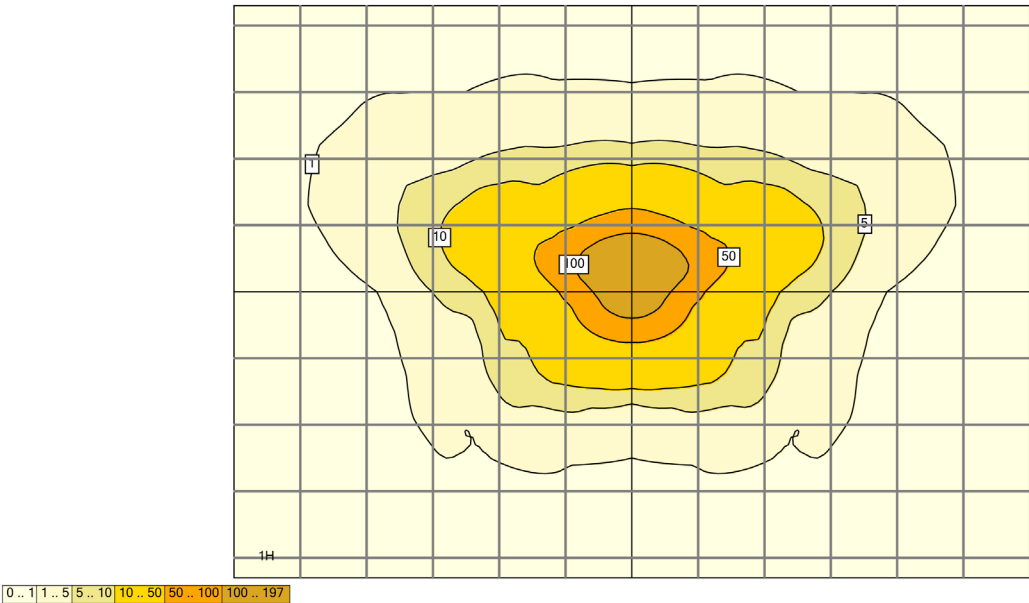


Figura 9. Distribución fotométrica Zafiro.

El sistema está provisto de una pieza de fijación basculante que permite una instalación vertical o lateral mediante dos tornillos de presión M8.

El conjunto materializa un leve impacto al medio ambiente debido al uso de materiales sólidos y reciclables además de reducir al mínimo los niveles de mantenimiento y de minimizar los efectos de la contaminación lumínica.

2.3.6. LÁMPARAS

El proyecto de alumbrado se elabora con la instalación de un total de 64 lámparas de 150 W, distribuidas individualmente en cada una de las luminarias. El conglomerado de la selección pertenece al conjunto de lámparas de descarga como fin mas eficiente y económico dentro del pliego de nuestro proyecto.

Las denominadas como lámparas frías por su escaso aumento de la temperatura funcionan por la excitación de un gas encerrado en su interior y sometido a descargas eléctricas entre dos electrodos. Este tipo de lámpara sumado al control por parte del OLC, balasto y telegestión en general confeccionan unas características cromáticas, de eficacia y de duración excelentemente aptas para su uso en este alumbrado público.

Con el fin de optimizar al mayor nivel el sistema de iluminación se seleccionan dos tipos distintos dependiendo del área de trabajo. De tal manera la instalación cuenta con 40 de las 64 lámparas del tipo halogenuro metálico como medio de alumbrado de las zonas peatonales y con el resto de las 24 lámparas del tipo vapor de sodio a alta presión para el alumbrado de la zona de tránsito de vehículos.

El consumo en watios no excederá del 10% del nominal si se mantiene la tensión dentro de una tolerancia del 5% de la nominal.

La fecha de fabricación de las lámparas no será anterior de seis meses a la de montaje en obra.

2.3.6.1. Peatonal.

La iluminación de aceras y parques peatonales se realiza con la localización de 40 lámparas de halogenuro metálico hospedadas de forma individual en el interior de las luminarias Aramis situadas a 6 metros de altura.

El esquema de funcionamiento de este tipo de lámpara se produce en un tubo de descarga con el contenido de pequeñas dosis de mercurio, haluros metálicos y un relleno de gas inerte. Los haluros son en parte vaporizados al alcanzar la temperatura normal operativa, disociándose en halógeno y metal irradiando su espectro apropiado.

Éstas lámparas consiguen mejorar la capacidad de reproducción logrando unas excelentes prestaciones cromáticas trabajando con una temperatura del color de 3000 a 6000 K y alcanzando un rendimiento del 85%.

El montaje se confecciona con la selección del halogenuro metálico de alta intensidad MASTER CITY WHITE CDO-TT de 150 W, constituido por un tubo de descarga cerámico y bulbo exterior tubular transparente, con acabado claro. Alberga un contenido de mercurio (Hg) de 16 mg y soporta una temperatura de diseño de 450 °C.

Sus dimensiones características con una longitud total de 211 mm son perfectamente ajustables a la capacidad de aceptación de la luminaria Aramis.

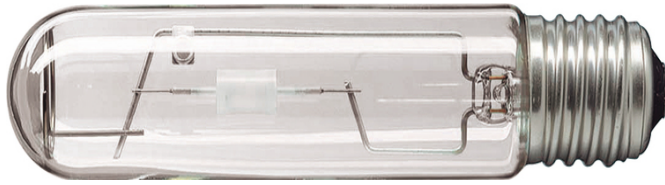


Figura 9. Lámpara Master City White CDO-TT

La producción de la base o casquillo E40 se adapta a un montaje simple aguantando temperaturas de 250 °C.

Los tiempos de arranque se presumen en torno a los 30 segundos necesitando no mas de 3 minutos para un caldeo del 90% del flujo, lo que supone una acción rápida y segura para el correcto funcionamiento del alumbrado.

Las últimas técnicas características de fabricación la dotan de una resistencia que consecuentemente generan en la lámpara una excelente longitud de vida.

La concepción de una luz blanca cálida con buena reproducción cromática a lo largo de la plenitud de vida de la lámpara lo convierten en el elemento perfecto para la iluminación de zonas residenciales y peatonales.

Las últimas técnicas características de fabricación la dotan de una resistencia que consecuentemente generan en la lámpara una excelente longitud de vida.

Gracias a la regulación del flujo luminoso se consigue un importante ahorro energético y unos bajos niveles de mantenimiento de la pieza.

El desarrollo completo de todas las características así como sus dimensiones quedan expuestas en su hoja técnica adjunta a la memoria.

2.3.6.2. Calzada.

La iluminación de las vías de circulación de vehículos se realiza con la localización de 24 lámparas de vapor de sodio a alta presión hospedadas de forma individual en el interior de las luminarias Zafiro situadas a 10 metros de altura.

El funcionamiento se produce por la diferencia de presiones del sodio en el tubo de descarga. La radiación visible se produce por la descarga de éste. En el interior del tubo de descarga existe una mezcla de sodio, vapor de mercurio para actuar como amortiguador de la descarga y xenón para facilitar el arranque y reducir las pérdidas térmicas. El tubo está rodeado por una ampolla al vacío.



El exceso de sodio, de mercurio y de xenón hacen que tanto la temperatura de color como la reproducción del mismo mejoren notablemente.

Su estructura consigue unos niveles de eficacia energética elevados además de su larga vida media y útil, con unos periodos de arranque cortos que conjugan unas particularidades perfectas para su uso como alumbrado urbano de calzadas.

Las lámparas instaladas serán del tipo MASTER SON PIA de 150 W, compuestas por un tubo de descarga cerámico con antena integrada y bulbo exterior tubular transparente. Con un contenido de mercurio (Hg) de 16 mg y una resistencia a la temperatura de diseño de 450° C. Sus dimensiones aseguran una correcta adaptación a la luminaria Zafiro.

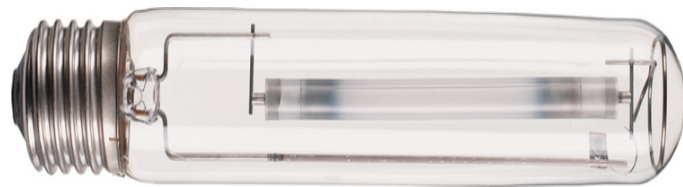


Figura 10. Lámpara Master SON PIA

La formación del casquillo E40 libre de plomo y con una resistencia a la temperatura de 250° C es el perfecto encaje en su estructura de sujeción.

La construcción es robusta debido al menor número de puntos de soldadura en su estructura que aporta una mayor resistencia a choques y vibraciones y por lo tanto genera un menor número de fallos prematuros.

Los tiempos de arranque son prácticamente instantáneos en torno a los 10 segundos y nunca llegando a superar los 30 segundos de ejecución, manteniendo alrededor de 4 minutos para el caldeo del flujo al 90%.

Un captador de impurezas asegura un bajo mantenimiento de la pieza y reduce los fallos prematuros por lo que sumado a su constitución otorga una larga vida y fiable de la pieza.

La alta eficacia y la ausencia de plomo aseguran una perfecta elección medioambiental.

Para un detalle mas exhaustivo de las características y dimensiones de la lámpara puede observarse la hoja técnica incorporada en los anexos de la memoria.

2.4. PROTECCIONES.

La instalación estará debidamente protegida frente a cualquier daño, interrupción o fallo que se pueda generar en su funcionamiento ocasionando la ruptura de material o la falta de servicio.

La correcta protección del sistema garantiza la seguridad de las personas tanto ajenas como operativas y bienes, asegura el normal funcionamiento del conjunto y previene las perturbaciones en otras instalaciones y servicios, contribuyendo a la fiabilidad técnica y a la eficiencia económica.

2.4.1. SOBRETENSIONES.

Las sobretensiones transitorias son generadas a consecuencia de fenómenos atmosféricos, conmutaciones de redes o defectos de las mismas y transmitidas a través de las redes de distribución.

La sucesión de una sobretensión en el sistema alcanza valores de decenas de kilovoltios y una duración de microsegundos pudiendo causar graves problemas a los equipos conectados a la línea, desde su envejecimiento prematuro a incendios o destrucción de los mismos, o interrupciones del servicio.

La ejecución subterránea de la red de alimentación convierte a la instalación en una denominada situación natural, reduciendo los niveles de riesgo a muy bajos y estableciendo una resistencia suficiente reglamentada sin la necesidad de mayor protección.

Esta autoprotección supone un ahorro económico y de mantenimiento al no necesitar el apoyo técnico de otros elementos.

2.4.2. SOBREINTENSIDADES.

El origen de las intensidades superiores al valor nominal viene determinado por la manifestación de algunos factores como las sobrecargas debidas a elementos receptores o defectos/fallos de aislamiento de gran impedancia, la generación de un cortocircuito por la unión de dos puntos con distinto potencial o por descargas eléctricas de origen atmosférico.

Ante la posibilidad del brote de una sobrecarga o un cortocircuito la instalación se asegura evitar posibles daños en sus elementos mediante el montaje de interruptores automáticos de corte omnipolar de 16 kA en la cabecera de los circuitos, fijando su ubicación en el control de mando. Para completar la protección aguas arriba se dispondrá de un magnetotérmico unipolar por cada fase de salida del cuadro, pudiendo controlarse de forma manual con la intención de mantener el servicio en caso de fallo, ruptura o mantenimiento.

En el punto final de la red de alimentación y ante la reducción de sección del cableado en los soportes de las luminarias se instalará una protección de fusibles de 6 A emplazados en cada caja de conexión y con un tiempo de acción máximo de 5 segundos.

Se protegerá el límite de intensidad de corriente admisible en cada conductor garantizando un tiempo de corte mínimo antes de que la temperatura consiga dañar los cables.

Atendiendo a la norma UNE 20460-4-473 el elemento neutro de la instalación no se verá necesaria su protección contra sobreintensidades, quedando esta enfocada exclusivamente en cada una de las fases R, S y T.

La elección de cada uno de los componentes de protección eléctrica se ha realizado en función de sus características de los mismos con el fin de conseguir la selectividad entre todas las protecciones tanto aguas arriba como aguas debajo de la red, de tal forma que en caso de defecto solo actúe el interruptor parcial más cercano evitando el disparo general o parcial y la interrupción del servicio en algunas zonas.

Todos los parámetros se encuentran justificados en el apartado de cálculos de la memoria técnica.

2.4.3. CONTACTOS DIRECTOS.

La instalación exigirá el máximo nivel de seguridad y la aplicación de todas las medidas necesarias para asegurar la protección de personas o animales ante cualquier peligro que pueda derivarse por un contacto directo con las partes activas de los materiales eléctricos.

Todos los soportes de alumbrado y cada mobiliario urbano o edículos montado con un equipamiento eléctrico y ubicados en un perímetro menor a 2 metros respecto a la instalación según normativa, se encontrarán unidos a una misma red equipotencial mediante sus masas aunque la alimentación de ambos elementos no dependan del mismo circuito.

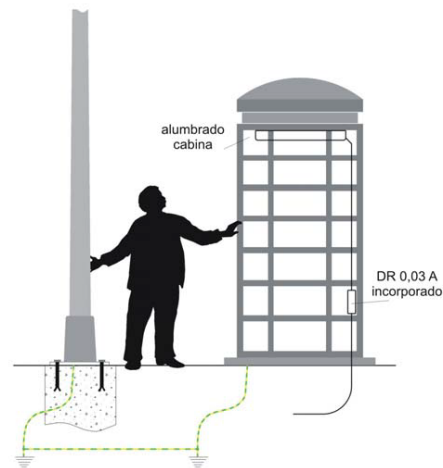


Figura 11. Contacto directo mobiliario urbano.

Los dispositivos de mando mantendrán una tensión de contacto nunca superior a 24 V.

La red de alimentación se instalará enterrada bajo tubo en una zanja llevada a cabo al efecto según se detalla en la descripción del alumbrado y su obra civil, con el fin de imposibilitar el contacto a manos de peatones y demás personas no cualificadas.

Se llevará a cabo el alojamiento de todos los elementos de protección y control del sistema eléctrico y sus conexiones en cajas o cuadros eléctricos aislantes.

Cada conductor se encontrará aislado con PVC 0,6/1 kV con el fin de recubrir y mantener aislados los elementos de mayor peligro.

Se aplicara un recubrimiento de las partes activas con un aislamiento que no podrá ser eliminado mas que con la destrucción de dicho elemento.

Tanto el cuadro de mando, protección y control como las partes metálicas de las luminarias se encontrarán conectadas a tierra.

Se necesitará de útiles especiales como único medio de apertura de las compuertas de acceso a componentes internos de las envolventes del cuadro de protección, medida y control y el registro de los soportes de las luminarias.

La entrada al cuadro de conexiones de los báculos y columnas se elevará a dos metros de altura con respecto al suelo con el fin de dificultar el acceso a su interior.

2.4.4. CONTACTOS INDIRECTOS.

Ante la posibilidad de la sucesión de un fallo de aislamiento entre las partes activas y masa u otras partes conductoras accesibles la instalación proveerá de toda la seguridad necesaria para la protección de personas y animales próximas a el emplazamiento y por tanto en riesgo de sufrir daños.

La instalación esta provista de una seguridad de corte ante la eventualidad de un fallo en un tiempo lo suficientemente corto para impedir que una de tensión de contacto con un valor considerado de riesgo actúe en un espacio de tiempo que pueda resultar peligrosa.

Se dota al montaje de protección frente a derivaciones mediante el emplazamiento de dispositivos de corte en el punto de partida de los circuitos a través de interruptores diferenciales con sensibilidad de 30 mA y un tiempo de actuación de 150 ms, lo que asegura la protección aún con resistencia de tierra elevada.

Todas las masas de los equipos eléctricos, soportes y caja de mando, medida y protección están interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra gracias a la instalación de la red de alimentación bajo un esquema de distribución TT.

## 2.5. PUESTA A TIERRA.

Con el objetivo de garantizar la máxima protección del conjunto, la instalación montará una puesta a tierra a efecto de limitar la tensión que pueda representar en un momento dado las masas metálicas con respecto a tierra, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

Se procede a ejecutar una unión eléctrica directa de toda la instalación potencialmente susceptible mediante una red equipotencial y la unión de un sistema de electrodos enterrados y anclados al suelo, consiguiendo la supresión de diferencias de potencial peligrosas tanto en la superficie de la obra como en las proximidades a ésta y permitiendo a su vez el paso a tierra de las corrientes de defecto o descarga de origen atmosférico.

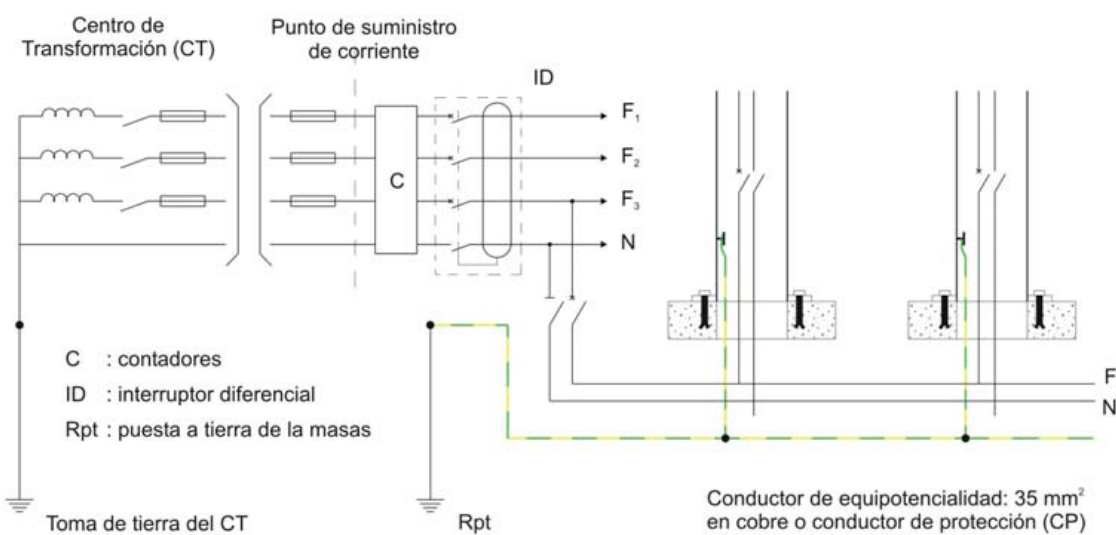


Figura 12. Puesta a tierra TT.

La resistencia de puesta a tierra asegura que las tensiones de contacto a lo largo de la vida de la instalación y bajo cualquier condición y época del año nunca sean superiores a los 24 V en cualquier parte metálica.

Las tomas de tierra se realizan a través de electrodos de acero galvanizado de cobre resistentes a la corrosión de 14,3 mm de sección y una longitud de 2 m de total cumplimiento según la clase 2 de la norma UNE 21022. Se montan un total de 18 unidades, una al principio y al final de cada circuito y colocando entre medias una pica cada 5 soportes de luminarias como se indica en la ITC-BT 09.

Los electrodos serán enterrados asegurando que su profundidad no aumente la resistencia de la toma ante inclemencias del tiempo o futuros humedades del suelo o presencia de hielo.

Un cable de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup> de sección será el encargado de conectar los electrodos de toma de tierra con el resto de la instalación asegurando la conducción de los fallos.

La red equipotencial nacerá en el cuadro de control, mando y protección y unirá todas las tomas de tierra de la instalación mediante un cableado de cobre H07 V-R de 16 mm<sup>2</sup> y tensión asignada 750 V subterráneo y canalizado, de composición rígida y con un recubrimiento de color verde y amarillo para su distinción respecto a las fases de alimentación.

El conductor de protección ejecuta la conexión de las masas de la instalación con el conductor de tierra mediante la selección de un cableado de cobre H07 V-K flexible de 16 mm<sup>2</sup> de sección y una tensión asignada de 450/750 V y con recubrimiento de color verde y amarillo. El cable está protegido ante deterioros mecánicos, químicos y electroquímicos y contra esfuerzos electrodinámicos.

La fijación del conductor de protección y la masa del elemento a proteger se procede con un tornillo de puesta a tierra vinculado al soporte de la luminaria y la suma de un terminal de presión para conseguir la sujeción correcta.

La derivación de la red de tierra se lleva a cabo en una soldadura aluminotérmica que servirá de punto de unión entre la red equipotencial, la conexión de las masas y los electrodos. Para certificar un óptimo trabajo, las puntas de los cables se pelarán 10 cm antes de llevar a cabo la soldadura.

Todas las conexiones del cableado de los circuitos de tierra garantizan un excelente contacto permanente y una perfecta protección contra la corrosión.

Previamente a la puesta en marcha de la instalación, personal cualificado comprobará obligatoriamente el correcto funcionamiento de la puesta a tierra a modo de hacer prevalecer la seguridad. De igual manera y coincidiendo con la época mas seca del terreno se llevará a cabo una verificación anual asegurando que la resistencia a tierra mantiene los niveles deseados

# Cálculos eléctricos

- Tensión*
- Potencia instalada*
- Potencia admisible*
- Factor de potencia*
- Resistencia del conductor*
- Reactancia del conductor*
- Intensidad máxima admisible*
- Caída de tensión*
- Intensidad de cortocircuito*
- Sobrecargas*
- Puesta a tierra*

3.1. TENSION.

La tensión de servicio suministrada por la compañía para el sistema trifásico permitirá a la instalación ejecutarse en unos valores de 380 V entre sus fases y de 220 V entre fase y neutro.

3.2. POTENCIA INSTALADA.

La carga funcional de la instalación esta compuesta por lámparas de 150 W cada una tanto para el área peatonal como la iluminación de la calzada, distribuidas a lo largo del plano de trabajo mediante su ubicación en las luminarias.

Cada luminaria o lámpara a sido codificada según su posición y su circuito de alimentación comandante como se observa en los planos de distribución de líneas anexados en el documento.

Dependiendo del tipo de soporte, cada punto de luz constará de una luminaria si se trata de columna o de doble foco de luz en caso de báculo, tal y como se detalla en la descripción del alumbrado.

Para completar la potencia demandada habrá que tener en cuenta los soportes de doble luminaria añadidos al proyecto por petición expresa del ayuntamiento e instalados con anterioridad a la ejecución del mismo, como medio de ajuste de medidas del propio departamento de urbanismo o ante la adaptación de previsibles obras futuras en la zona. Estos enclaves denominados a lo largo del proyecto como “carga” a modo de diferenciación con los soportes instalados de nueva obra, se sitúan en los planos de distribución.

De forma desglosada, la potencia total de carga instalada alcanza un valor de 13200 W.

Circuito (nº)	Columnas (una luminaria)	Báculos (dos luminarias)	Carga (dos luminarias)	Potencia lámpara (W)	Potencia total (W)
1	0	9	6	150	4500
2	12	5	1	150	3600
3	0	5	4	150	2700
4	4	5	1	150	2400
	16	24	12		13200

Tabla 1. Potencia prevista.

· Circuito 1

A los 9 báculos se le añaden 6 soportes de doble luminaria denominados como carga y conexicionados a partir del punto 1.9/1.10.

· Circuito 2

El conjunto de 12 columnas y 5 báculos es completado con una carga de doble luminaria en el punto 2.11/2.12 de su distribución.

· Circuito 3

Conformado por 5 báculos de doble luminaria más el complemento de una carga en 3.3/3.4, otra carga conectada a 3.5/3.6 y dos cargas más añadidas al punto lumínico 3.9/3.10.

· Circuito 4

Una combinación de 4 columnas simples y 5 báculos dobles forman la instalación nueva a la cual se sumará un carga de doble lámpara anexada a 4.9.

3.3. POTENCIA ADMISIBLE.

La instalación se encuentra equipada con un interruptor general de 125 A, por lo que la potencia máxima admisible será:

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \quad [W]$$

- V = tensión [V]
- I = corriente máxima soportada por el interruptor general [A]

Ecuación 1. Potencia admisible.

$$P = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 125 = 82272,41W$$

$$P = 82KW$$

Demostrando que la red está capacitada para albergar la carga necesaria para la ejecución de la iluminación y preparada para una posible ampliación futura de focos de alumbrado en áreas adyacentes.

$$P_{max} = 82KW \geq P_{instalada} = 13200W$$

3.4. FACTOR DE POTENCIA.

Como medida para un correcto dimensionamiento de las instalaciones el factor de potencia tiene un valor de 0.95, cumpliendo con la tolerancia de 0,9 - 1 exigida por la reglamentación en vigor.

3.5. RESISTENCIA DEL CONDUCTOR.

La resistencia máxima del conductor varía con la temperatura de funcionamiento de la línea, por lo que para la temperatura máxima del cable que según sus características técnicas es de 90º su resistencia será:

$$R_{90} = R_{20} \cdot [1 + \alpha \cdot (90 - 20)] \quad [\Omega]$$

- R20 = Resistencia del conductor a 20º [R20 = 3,08 Ω/km, según datos técnicos]
- α = Coeficiente Olveriano [para el cobre α = 0,00393]

Ecuación 2. Resistencia del conductor.

$$R_{90} = 3,08 \cdot [1 + 0,00393 \cdot (90 - 20)] = 3,927\Omega / Km$$

3.6. REACTANCIA DEL CONDUCTOR.

En consonancia con el reglamento vigente de baja tensión REBT en su anexo 2, la reactancia inductiva de los conductores será despreciable frente al efecto de la resistencia para secciones inferiores a los 120 mm², por lo que su contribución a la caída de tensión se considera nula.

3.7. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE.

Se obtiene el valor de la corriente máxima admisible de circulación por los conductores, que trabajando en condiciones de régimen permanente no provoca daños en el conjunto del cableado.

Cumplimentando la reglamentación según criterios del REBT, la consecución de la intensidad dependerá de varios factores según las características de la instalación y el terreno todos ellos tabulados en la instrucción técnica ITC-BT-07.

El aislamiento del cableado soportará una temperatura máxima admisible en función del régimen de carga y sin alterar las propiedades eléctricas, mecánicas o químicas del conductor, de tal manera y según la tabla 2 de la instrucción su valor será:

Tipo de aislamiento	Temperatura máxima (°C)	
PVC	Servicio permanente	Cortocircuito t<5s
S < 300 mm²	70	160

Tabla 2. Temperatura máxima admisible.

Para un emplazamiento de instalación subterránea, con conductores de cobre unipolares de 6 mm² de sección y un aislamiento de policloruro de vinilo, bajo unas condiciones de temperatura del terreno de 25 °C, una resistividad de 1km/W y una profundidad de soterramiento de 0.70m, la intensidad máxima admisible reglamentada y obtenida a través de la tabla 5 para los conductores será de 63 A.



SECCIÓN NOMINAL mm <sup>2</sup>	Terna de cables unipolares (1) (2)			1 cable tripolar o tetrapolar (3)		
						
	TIPO DE AISLAMIENTO					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
6	72	70	63	66	64	56
10	96	94	85	88	85	75
16	125	120	110	115	110	97
25	160	155	140	150	140	125
35	190	185	170	180	175	150
50	230	225	200	215	205	180
70	280	270	245	260	250	220
95	335	325	290	310	305	265
120	380	375	335	355	350	305
150	425	415	370	400	390	340
185	480	470	420	450	440	385
240	550	540	485	520	505	445
300	620	610	550	590	565	505
400	705	690	615	665	645	570
500	790	775	685	-	-	-
630	885	870	770	-	-	-

Tabla 3. Intensidad máxima admisible.

Dado que la particularidad del proyecto no coincide con los preceptos ideales expuestos en la tabulación de selección de la intensidad máxima, ésta se verá condicionada por una serie de factores correctores para ajustar el valor a la exactitud de la instalación.

I\_maxadmisible = I\_max · Fc1 · Fc2

- I max = 63 A
- Fc1 = 0.8 [factor de corrección ternas de cables unipolares, tabla 8\_ITCBT07]
- Fc2 acera = 1.01 [factor de corrección profundidad, tabla 9\_ITCBT07]
- Fc2 calzada = 0.99 [factor de corrección profundidad, tabla 9\_ITCBT07]

Ecuación 3. Intensidad máxima admisible.

I\_maxadmisible acera = 63 · 0,8 · 1,01 = 50,9A

I\_maxadmisible calzada = 63 · 0,8 · 0,99 = 49,89A

Por lo tanto la intensidad mas restrictiva y con la cual se verifica la seguridad y protección de materiales y fallos será:

I\_maxadmisible ≈ 50A

Los niveles de intensidad que circularán por la instalación no superarán bajo ninguna circunstancia de servicio a plena carga y en régimen permanente la intensidad máxima admisible.

3.8. CAÍDA DE TENSIÓN.

El transporte de corriente a través de la red de alimentación generará una pérdida de potencia y una caída de tensión que deberán ser controladas y reguladas para conferir a el proyecto de un servicio correcto y apto según la reglamentación actual vigente.

La instalación garantizará según lo legislado en los reglamentos oficiales de alumbrado público y fijado en la ITC-BT-09 una caída de tensión igual o menor al 3% desde el origen hasta cualquier punto de la misma.

Se ha elaborado un análisis, expuesto de la manera más explícita mediante una tabla, con todos los resultados que garantizan el cumplimiento de toda la normativa actual y el óptimo proceso selectivo y mecánico de la red de alimentación para la iluminación pública.

Se presenta un estudio pormenorizado de los múltiples factores que de manera directa afectan en el desarrollo del sistema eléctrico, atendiendo a variables tales que dificultan y multiplican las opciones de selección para dotar a la instalación de las condiciones más óptimas. El proceso de cálculo de cada uno de los factores queda determinado por el desarrollo y aplicación en torno a la siguiente formulación.

· Intensidad trifásica

$$I = \frac{P}{U \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \phi} \quad [A]$$

- P = potencia de carga [W]
- U = tensión trifásica [V]
- Cos ϕ = factor de potencia

Ecuación 4. Intensidad trifásica.

· Caída de tensión trifásica

$$e = \frac{P \cdot L}{g \cdot U \cdot S} \quad [V]$$

- P = potencia de carga [W]
- L = longitud [m]
- U = tensión trifásica [V]
- S = sección del conductor [mm²]
- γ= conductividad del conductor [m/Ω mm²]

Ecuación 5.Caída de tensión trifásica.

· Caída de tensión porcentual

$$e_{\%} = \frac{e}{U} \cdot 100 \quad [\%]$$

- e = caída de tensión [V]
- U = tensión trifásica [V]

Ecuación 6. Caída de tensión porcentual.

· Caída de tensión total

$$e_{total} = e_1 + e_2 + e_3 + ... + e_n \quad [V]$$

- e = caída de tensión en el punto n [V]

Ecuación 7. Caída de tensión total.

· Coeficiente

Con el fin de obtener una fidelidad del cálculo lo más exacta posible se aplica un coeficiente de seguridad de valor 1,8 a la potencia de carga instalada y distribuida a modo de hacer prevalecer la protección y compensar posibles desvirtuaciones de receptores, elementos asociados, corrientes armónicas y desequilibrio de fases.

· Constantes

Para configurar los resultados se hace necesario el uso de los siguientes valores constantes.

- Fdp = 0,95
- γ cobre = 56 [m/Ω mm²]
- γ aluminio = 35 [m/Ω mm²]

· Tramo

Dada la configuración de distribución de las líneas según el esquema de ramificaciones para llevar a cabo el cálculo de cada circuito se ha realizado el estudio de la rama principal de cada uno teniendo en cuenta la totalidad de su potencia pero dejando las ramas secundarias como carga de los puntos de bifurcación de la rama principal.

- Circuito 1:

Sin ramas secundarias.



- Circuito 2:

Dos ramas secundarias en luminaria 2.5/2.6 (2.1/2.2 – 2.3/2.4 y 2.7 – 2.10).  
Rama secundaria en luminaria 2.11/2.12 (2.19/2.20 – 2.22).

- Circuito 3:

Sin ramas secundarias.

- Circuito 4:

Rama secundaria en luminaria 4.5/4.6 (4.11/4.12 – 4.13/4.14).

De tal forma el análisis se concluye con los datos obtenidos:

• Circuito 1

CIRCUITO	1 (verde)	TIPO		TENSION		MATERIAL		CONDUCT		FDP		CAIDA DE TENSION CIRCUITO	
UBICACIÓN	C/Badajoz	III+N		400		Cobre		56		0,95		Total (V)	11,91
												Total (%)	2,98%

TRAMO		POT INST (W)	COEF	POT CALCULO (W)	LINEA		INT I (A)	CAIDA DE TENSION (V)	CAIDA DE TENSION (%)
DE	A				LONG (m)	SECC (mm²)			
1.17/1.18	1.15/1.16	300	1,8	540	45	6	0,82	0,18	0,05%
1.15/1.16	1.13/1.14	300	1,8	1080	40	6	1,64	0,32	0,08%
1.13/1.14	1.11/1.12	300	1,8	1620	40	6	2,46	0,48	0,12%
1.11/1.12	1.9/1.10	300	1,8	2160	15	6	3,29	0,24	0,06%
1.9/1.10	1.7/1.8	2100	1,8	5940	35	6	9,04	1,55	0,39%
1.7/1.8	1.5/1.6	300	1,8	6480	40	6	9,86	1,93	0,48%
1.5/1.6	1.3/1.4	300	1,8	7020	25	6	10,68	1,31	0,33%
1.3/1.4	1.1/1.2	300	1,8	7560	30	6	11,50	1,69	0,42%
1.1/1.2	CM	300	1,8	8100	70	6	12,32	4,22	1,05%

Tabla 4. Caída de tensión en circuito 1.

• Circuito 2

CIRCUITO Nº	2 (azul oscuro)	TIPO		TENSION		MATERIAL		CONDUCT		FDP		CAIDA DE TENSION CIRCUITO	
UBICACIÓN	C/ Badajoz	III+N		400		Cobre		56		0,95		Total (V)	4,81
												Total (%)	1,20%

TRAMO		POT INST (W)	COEF	POT CALCULO	LINEA		INT I (A)	CAIDA DE TENSION (V)	CAIDA DE TENSION (%)
DE	A				LONG (m)	SECC (mm²)			
2.18	2.17	150	1,8	270	25	6	0,41	0,05	0,01%
2.17	2.16	150	1,8	540	55	6	0,82	0,22	0,06%
2.16	2.15	150	1,8	810	25	6	1,23	0,15	0,04%
2.15	2.14	150	1,8	1080	25	6	1,64	0,20	0,05%
2.14	2.13	150	1,8	1350	25	6	2,05	0,25	0,06%
2.13	2.11/2.12	150	1,8	1620	25	6	2,46	0,30	0,08%
2.11/2.12	2.5/2.6	1200	1,8	3780	35	6	5,75	0,98	0,25%
2.5/2.6	CM	1500	1,8	6480	55	6	9,86	2,65	0,66%

Tabla 5. Caída de tensión en circuito 2.

• Circuito 3

CIRCUITO Nº	3 (rosa)	TIPO		TENSION		MATERIAL		CONDUCT		FDP		CAIDA DE TENSION CIRCUITO	
UBICACIÓN	C/ Badajoz	III+N		400		Cobre		56		0,95		Total (V)	6,11
												Total (%)	1,53%

TRAMO		POT INST (W)	COEF	POT CALCULO	LINEA		INT I (A)	CAIDA DE TENSION (V)	CAIDA DE TENSION (%)
DE	A				LONG (m)	SECC (mm²)			
3.9/3.10	3.7/3.8	900	1,8	1620	35	6	2,46	0,42	0,11%
3.7./3.8	3.5/3.6	300	1,8	2160	70	6	3,29	1,13	0,28%
3.5/3.6	3.3/3.4	600	1,8	3240	45	6	4,93	1,08	0,27%
3.3/3.4	3.1/3.2	600	1,8	4320	80	6	6,57	2,57	0,64%
3.1/3.2	CM	300	1,8	4860	25	6	7,39	0,90	0,23%

Tabla 6. Caída de tensión en circuito 3.

• Circuito 4

CIRCUITO N°	4 (azul claro)	TIPO	TENSION	MATERIAL	CONDUCT	FDP		CAIDA DE TENSION CIRCUITO	
UBICACIÓN	C/ Badajoz	III+N	400	Cobre	56	0,95		Total (V)	9,42
								Total (%)	2,36%

TRAMO		POT INST (W)	COEF	POT CALCULO (W)	LINEA		INT I (A)	CAIDA DE TENSION (V)	CAIDA DE TENSION (%)
DE	A				LONG (m)	SECC (mm²)			
4.10	4.9	150	1,8	270	40	6	0,41	0,08	0,02%
4.9	4.8	450	1,8	1080	30	6	1,64	0,24	0,06%
4.8	4.7	150	1,8	1350	40	6	2,05	0,40	0,10%
4.7	4.5/4.6	150	1,8	1620	30	6	2,46	0,36	0,09%
4.5/4.6	4.3/4.4	900	1,8	3240	110	6	4,93	2,65	0,66%
4.3/4.4	4.1/4.2	300	1,8	3780	105	6	5,75	2,95	0,74%
4.1/4.2	CM	300	1,8	4320	85	6	6,57	2,73	0,68%

Tabla 7. Caída de tensión en circuito 4.

• Centro de mando

CIRCUITO Nº	DI	TIPO	TENSION	MATERIAL	CONDUCT	FDP		CAIDA DE TENSION CIRCUITO	
UBICACIÓN	C/ Badajoz	III+N	400	Aluminio	35	0,95		Total (V)	0,11
								Total (%)	0,03%

TRAMO		POT INST (W)	COEF	POT CALCULO (W)	LINEA		I (A)	CAIDA DE TENSION (V)	CAIDA DE TENSION (%)
DE	A				LONG (m)	SECC (mm²)			
Fusibles	Automat	13200	1,8	23760	1	16	36,14	0,11	0,03%

Tabla 8. Caída de tensión en centro de mando.

De tal manera se efectúa la justificación de la caída de tensión por debajo del 3% exigido en el reglamento y optimizado para la mínima sección permitida.

3.9. INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO.

El control del nivel de la corriente de cortocircuito y su consecuente protección se convierte en una necesidad de diseño a fin de evitar daños en la instalación.

Dado al emplazamiento del transformador y siguiendo las pautas marcadas por la reglamentación el cálculo de la intensidad de cortocircuito para una instalación de alumbrado exterior es:

$$I_{cc} = \frac{0,8 \cdot U}{R} \text{ [A]}$$

- U = tensión de alimentación fase neutro [V]
- R = resistencia del conductor [Ω]

Ecuación 8. Intensidad de cortocircuito.

El punto más desfavorable de cada circuito se encontrará en la luminaria más cercana al centro de mando ya que será la que proponga una resistencia menor sobre el circuito debido a que la longitud es un factor directamente proporcional a la resistencia que a su vez ejerce como factor indirectamente proporcional con la corriente de cortocircuito, como se ve a continuación:

$$R = \frac{r \cdot L}{S} \text{ [}\Omega\text{]}$$

- ρ = resistividad eléctrica [Ω mm²/m]
- L = distancia al punto de cálculo [m]
- S = sección del conductor [mm²]

Ecuación 9. Resistencia.

Aplicando la teoría, las intensidades de cortocircuito más desfavorables serán las siguientes:

CIRCUITO Nº	TENSION (V)	RESISTIVIDAD (Ωmm²/m)	LONGITUD (m)	SECCIÓN (mm²)	RESISTENCIA (Ω)	CORRIENTE CORTO (A)
1	230	0,018	70	6	0,210	876,2
2	230	0,018	55	6	0,165	1115,2
3	230	0,018	25	6	0,075	2453,3
4	230	0,018	85	6	0,255	721,6
DI	230	0,029	1	16	0,002	101517,2

Tabla 9. Corrientes de cortocircuito.

Queda entonces fijada la corriente máxima localizada en el circuito número 3

	CORRIENTE CORTO (A)
CIRCUITO Nº 3	2453,3
DERIVACION INDIVIDUAL	101517,2

Tabla 10. Corriente máxima de cortocircuito.

El sistema de alimentación quedará protegido por interruptores automáticos de 16 kA asegurando el óptimo funcionamiento libre de daños y caídas inesperadas por cortocircuito.

Los elementos de protección deberán asegurar la eliminación del defecto en un tiempo menor que el tiempo que los conductores tardan en alcanzar su temperatura máxima admisible, para ello su tiempo de disparo se encontrará dentro de los márgenes establecidos en la reglamentación según sus curvas.

De tal manera, el tiempo establecido para el corte del defecto será:

$$t = \left( K \cdot \frac{S}{I} \right)^2 [s]$$

- t = tiempo de duración del cortocircuito [s]
- K = constante (K=115 según norma UNE 20460-4-43)
- S = sección [mm²]
- I = intensidad de cortocircuito [A]

Ecuación 10. Tiempo de corte.

Por lo que el tiempo máximo que el cable logrará mantener ese defecto sin la aparición de daños y quemaduras en el mismo de la instalación será:

$$t = \left( 115 \cdot \frac{6}{2453} \right)^2 = 0,076s$$

Un espacio de tiempo menor a 0,1 segundos, lo suficientemente pequeño como para asegurar la perfecta dismantelación del defecto sin sufrir ningún daño en los conductores.

3.10. SOBRECARGAS.

Bajo cumplimiento de la reglamentación vigente el circuito estará protegido frente a los efectos de sobreintensidades motivadas por sobrecargas, cortocircuitos o descargas eléctricas atmosféricas.

La instalación de interruptores automáticos como elemento para salvaguardar la seguridad de la instalación se registrá por las limitaciones y legislación revisadas a nivel nacional.

El poder de corte del interruptor cumplirá que:

$$I_{en} \geq I_{cc}$$

- I<sub>en</sub> = intensidad de corte [A]
- I<sub>cc</sub> = intensidad de cortocircuito [A]

Ecuación 11. Poder de corte de interrutor.

Con un valor de poder de corte siempre superior a los 4500 A.

En cumplimiento con la normativa de aplicación UNE-EN 60898, todo interruptor automático debe satisfacer los requisitos siguientes para su disposición.

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z$$

- IB = intensidad de diseñado para el circuito según previsión de cargas [A]
- IN = intensidad asignada para el dispositivo de protección [A]
- IZ = intensidad máxima admisible [A]
- I2 = intensidad de actuación del dispositivo [A]

Ecuación 12. Intensidad nominal de interruptor.

Ecuación 13. Intensidad de actuación de interruptor.

Las condiciones de seguridad frente a posibles sobrecargas se encuentran al mando de interruptores automáticos omnipolares a la cabeza de cada uno de los circuitos de salida de la instalación, de manera que justificando la peor condición de todos ellos y haciéndola válida por tanto para el resto:

Según los valores de corriente calculados con anterioridad y en argumentación con la primera de las condiciones expuestas se obtiene,

$$12 \leq I_2 \leq 50$$

En segundo lugar y bajo la condición de instalación de un interruptor automático para nuestro sistema, según normativa ejecutamos la siguiente ecuación:

$$I_2 = 1,45 \cdot I_z$$

- $I_2$  = intensidad de actuación del dispositivo [A]
- $I_z$  = intensidad máxima admisible [A]

Ecuación 14. Intensidad de actuación de interruptor.

Por lo que la intensidad de actuación del interruptor automático será,

$$I_2 = 1,45 \cdot 50 = 72,5A$$

Lo que evidentemente justifica la segunda de las condiciones necesarias para su instalación,

$$I_2 \leq 1,45 \cdot 50 \Rightarrow 72,5 \leq 1,45 \cdot 50$$

La red de alimentación queda segura y protegida ante los defectos por sobrecargas inesperadas mediante la presencia de los interruptores automáticos.

3.11. PUESTA A TIERRA.

A fin de limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la correcta actuación de las protecciones instaladas y eliminar o reducir en la medida de lo posible el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados, se ejecutan los cálculos que justifican un sistema de puesta a tierra óptimo capaz de cumplir con éste pretexto bajo la normativa exigida.

Los elementos de la puesta a tierra serán:

- Red equipotencial

Material	Sección (mm²)	Longitud (m)	Resistividad (Ohm ·m)
Cu	16	1405	300

Tabla 11. Red equipotencial.

- Electrodo

Unidades	Material	Sección (mm²)	Longitud (m)
18	Acero galvanizado	14,3	2

Tabla 12. Electrodo.

En orden a lo expuesto en el reglamento la resistencia de puesta a tierra para la red equipotencial será tal que:

$$R = \frac{2r}{L} \left[ \Omega \right]$$

- $R$  = resistencia de tierra del conductor equipotencial [ $\Omega$ ]
- $\rho$  = resistividad del terreno [ $\Omega \cdot m$ ]
- $L$  = longitud del conductor [m]

Ecuación 15. Resistencia de puesta a tierra en red equipotencial.

Obteniendose un valor de,

$$R = \frac{2 \cdot 300}{1405} = 0,427\Omega$$

La resistencia de puesta a tierra para las picas verticales será:

$$R = \frac{\rho}{L} [\Omega]$$

- R = resistencia de tierra de la pica vertical [ $\Omega$ ]
- $\rho$  = resistividad del terreno [ $\Omega \cdot m$ ]
- L = longitud del conductor [m]

**Ecuación 16. Resistencia de puesta a tierra en electrodos.**

Aplicando en la ecuación se deduce que,

$$R = \frac{300}{18 \cdot 2} = 8,33 \Omega$$

La exposición de un interruptor automático de uso con una sensibilidad de 300 mA fijará un valor de resistencia máximo de,

$$R = \frac{24}{300 \cdot 10^{-3}} = 80 \Omega$$

La instalación cumple con un sistema de tierra óptimo, manteniendo de forma evidente la protección a unos niveles muy inferiores a la tensión de contacto máxima de 24 v legislada para el alumbrado público.

# Telegestión

*Sistema  
Arquitectura  
Conveniencia del sistema*

Implementación, desarrollo, montaje y funcionamiento del sistema de control remoto de la instalación.

## Bases de la implementación tecnológica y características del equipo instalado.

### Mejoras y beneficios del sistema.

Implementación, desarrollo, montaje y funcionamiento del sistema de control remoto de la instalación.

## Bases de la implementación tecnológica y características del equipo instalado.

### Mejoras y beneficios del sistema.

La presentación del proyecto incorpora un sistema de telegestión que dotará a la instalación de una tecnología remota capaz de la supervisión, control, medición y diagnóstico de todo el alumbrado, desarrollando un diseño de máxima fiabilidad, calidad y eficiencia energética, reduciendo notablemente el consumo y con la mínima contaminación ambiental.

4.1. SISTEMA.

Se equipa a la instalación del sistema de telegestión Starsense, como procedimiento ejecutor de la gestión y control remoto de los puntos de luz.

El sistema ofrece la posibilidad de procesar el encendido y apagado de manera individual o la solución de agrupar determinados sectores para ejercer un control simultaneo, dando una total libertad y un poder de gobierno totalmente adaptable a las necesidades puntuales de cada área.

Evoluciona el uso de la tecnología de repetición garantizando que todos los comandos alcancen su destino de forma independiente al estado de la red eléctrica siempre que sea necesario.

La regulación de flujo de cada lámpara adquiere una mayor precisión por lo que los niveles de intensidad se adecuan a las disposiciones de uso de la vía, la densidad de tráfico y las condiciones meteorológicas, factores difíciles de determinar por su variabilidad.

Proporciona una tensión constante a su salida con el objetivo de salvaguardar y proteger los aparatos eléctricos y electrónicos sensibles a las variaciones de diferencia de potencial o voltaje y disminuye el ruido generado en la red gracias a la regulación de tensión.

La monitorización y eficaz recogida de datos convierten a la telegestión en una herramienta fundamental en la planificación y toma de decisiones con respecto a la selección y fiabilidad de la instalación. El seguimiento de las horas de funcionamiento de cada lámpara reducen el mantenimiento y los fallos individuales y consecuentemente colectivos y como resultado obtiene un vida útil más prolongada de las instalaciones.

La obtención de los datos de tensiones y corrientes, consumo de energía y estado de la red aumentan la predicción de los posibles errores.

El sistema Starsense dota al proyecto de robustez y fiabilidad, cubriendo todas las funcionalidades requeridas en el alumbrado exterior para la obtención de su rendimiento mas alto con la mayor facilidad de uso.

4.2. ARQUITECTURA.

La red de gestión remota se procesa gracias a la comunicación realizada bajo el estándar LONWORKS (local operating network) que opera a través del protocolo de intercambio de información LONTALK. Éste protocolo totalmente abierto y en cumplimiento con la normativa CENELEC EN5006 5-1 se desarrolla sobre la misma línea eléctrica de alimentación a los puntos de luz sin la necesidad de añadir nuevos cableados y mediante un router o modem.

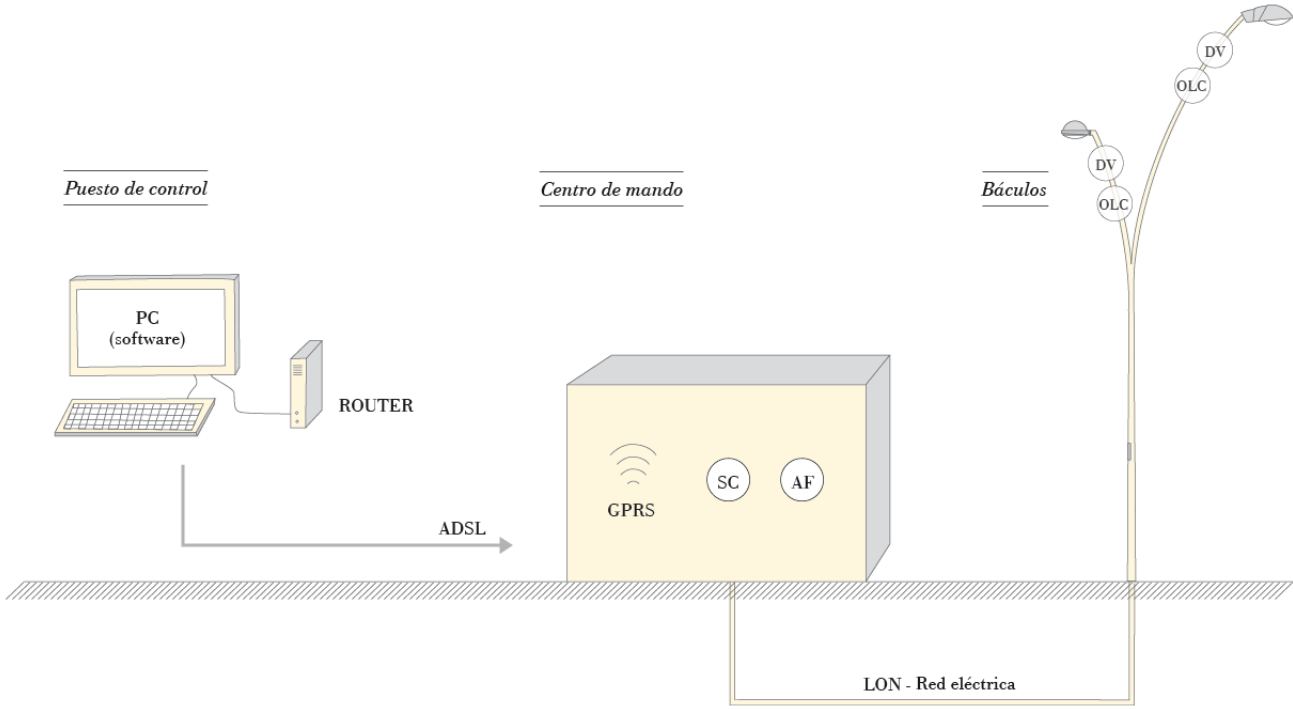


Figura 13. Esquema de telegestión.



• Puesto de control

El sistema de telegestión comienza en el puesto de control, desde donde el operario recibe la monitorización de los datos recogidos en un PC y da sentido y ejecución a las ordenes pertinentes sobre la instalación gracias al software.

El software recopila, agrega y filtra los datos antes de que estos se almacenen en una base de datos central y abierta. Gestiona el análisis de consumo, detección y localización de problemas, previsión de vida útil de las lámparas, control de las horas de funcionamiento, estado de la red y puesta en servicio.

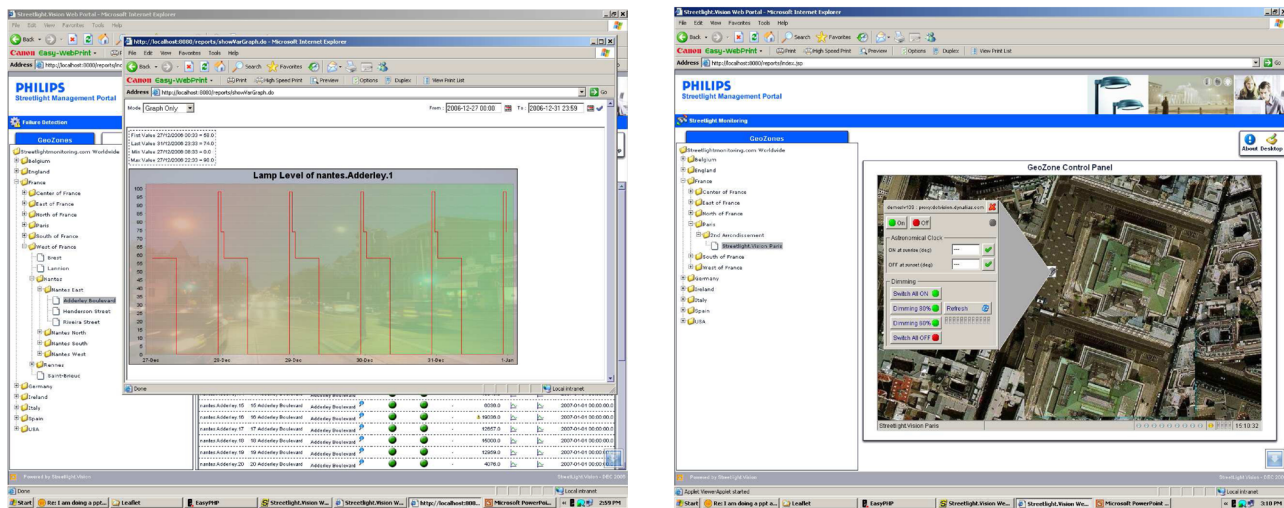


Figura 14. Software control.

La comunicación entre en punto de control y el centro de mando se realiza mediante tecnología GPRS/ADSL. Tanto el equipo de recogida de datos como el armario envolvente exterior están equipados de un receptor/emisor de datos en continua conexión a tiempo real.

• Centro de mando

La segunda fase del sistema se encuentra a pie de calle como etapa intermedia entre la oficina de control y la ejecución en si de la instalación. Se gobiernan y se ejecutan los controles de las luminarias.

Aguas arriba el centro de mando transfiere los datos a la central de recogida por comunicación GPRS/3G, y a su vez aguas abajo se produce la comunicación directa con las luminarias de la instalación mediante el protocolo LONWORKS. Funciona como agente intermediario entre la acción directa del usuario y el resultado final en la luminaria.

El equipo completo instalado en la unidad de centro de mando está conformado por un Router GPRS/3G, un Controlador del Segmento y el Acoplador de Fase Trifásico.

- Router GPRS/3G

Conectado directamente al controlador de segmento por medio de una conexión RJ45, recibe y emite la información con el centro de control.

- Controlador del Segmento

Permite obtener una iluminación inteligente y dinámica gobernando la dirección de los puntos de luz de la instalación.

Ejecuta las órdenes de encendido y apagado, regulación y horario de cada luminaria mediante la comunicación bajo protocolo LONTALK a través de los conductores de la red eléctrica con los OLC's instalados de cada lámpara.

Monitoriza el estado de la red y de los sensores transmitiendo la información bajo comunicación GPRS/3G con el centro de control. Se instala el controlador de segmento LFC 7065/00 Segment Controller capaz de comandar hasta 100 unidades de OLC simultáneamente.

Su peso neto es de 0.471 kg e integra el software necesario para desarrollar sus funcionalidades.



Figura 15. Controlador del segmento.

Queda integrado en el cuadro de mando en conexión con el router.

En el anexo de hojas técnicas se observa de forma detallada las medidas y su hoja de características con la información completa.

- Acoplador de fase

Opera transmitiendo la señal LON del controlador de segmento a cada una de las 3 fases en las que están conectadas las luminarias.

Trabaja inyectando la señal de las comunicaciones desde la línea principal al resto de líneas que forman la instalación, de manera que los datos de control que viajan por una línea R/N se repetirán por el resto de líneas eléctricas S/N y T/N de la red trifásica con la instalación de este dispositivo.

El modelo instalado es Bialon PC-03 phase coupler DIN-RAIL 92F, con unas dimensiones de 36x90x66 mm aptas para ser ensamblado en el cuadro de mando.

Tiene una temperatura máxima de trabajo de 40 °C con unos niveles punta de humedad del 90%.



Figura 16. Acoplador de fase.

Esta provisto de una protección IP20, apta según reglamentación al encontrarse dentro de la envolvente del cuadro.

La instalación se lleva a cabo gracias al cajeado de fácil montaje de protocolo DIN-RAIL.

· Luminarias

Finalmente la tercera fase es la recepción de ordenes y ejecución de las mismas y el proceso de datos en los puntos de luz.

Las luminarias conectadas a la red eléctrica, contienen el equipo que dará resultado a la iluminación de las vías del proyecto. Cada una de las lámparas cotejarán un instrumental formado por un controlador y un balastro electrónico.

- Controlador de luminaria exterior (OLC)

Integrado en la luminaria se encarga de encender y regular la lámpara ejecutando las órdenes recibidas desde el controlador del segmento y actuando como interfaz con el balastro electrónico.

En dirección opuesta, el controlador recoge los datos de la lámpara, la tensión de red, la intensidad de carga y el factor de potencia y los envía hacia el centro de mando consiguiendo el control, detección y prevención de los fallos en los puntos de luz.

Conectado y alimentado por la red de conductores, se sirve de ella como canal de comunicación mediante el protocolo LONTALK trabajando a una señal de 1-10 v con el objetivo de efectuar la transferencia de los datos.

Se instala un modelo OLC LLC7040/00 1-10V 220-240V 50/60Hz con un peso neto de 0.208 kg, montado con disposición de entrada digital de conexión apta para una fotocélula para el control local.



Figura 17. OLC.

Cada OLC establece el control sobre una única lámpara, por lo que el número de unidades de OLC instalados será el mismo que de lámparas.

Adjunto se anexa la hoja de características y dimensiones del OLC, donde se encuentra una información mas detallada de la pieza.

- Balasto electrónico

De forma análoga con el OLC cada luminaria aloja un equipo electrónico como complemento sistemático del trabajo de telegestión y ejecutor final de las órdenes transferidas a la lámpara.

Funcionalmente genera un flujo lumínico constante y un funcionamiento sin parpadeos protegiendo al equipo de las alteraciones de red y evitando salidas de armónicos e interferencias en frecuencia de radio.

Controla el arranque y reencendido fiable así como su desconexión ante un fallo o al final de la vida de la lámpara evitando los efectos que se generan y proporcionando la regulación necesaria.

Por necesidades lumínicas la instalación trabaja con lámparas de sodio de alta presión y halogenuros metálicos por lo que se instala un balasto electrónico regulable modelo HID Dyna Vision 1-10V for SON/CDO con capacidad de control para ambos tipos.



Figura 18. Balasto electrónico.

Desarrolla una capacidad de regulación frente a los CDO del 50% de la luz, alcanzando el 60 % para la potencia, mientras que para las tipo SON la regulación de la luz es de un 20% aumentando a un 35% la de la potencia, dando lugar a una amplitud de control sobre la instalación válida según los objetivos marcados a nivel nacional y europeo y marcando unas cotas del 40% y 65% de ahorro respectivamente.

El balasto conjuga dos características básicas y ampliamente destacables como son su alta eficiencia a niveles del 91% y su larga duración de vida superando las 50000 horas de funcionamiento, lo que se traduce como un beneficio económico de energía fundamental.

Una alta fiabilidad da como resultado un bajo índice de fallos que sumado a una mayor eficiencia energética y por lo tanto a una reducción de las pérdidas térmicas y a la seguridad de protección contra sobretensiones, el balasto genera un incremento de vida de la lámpara del 30%.

El diseño de un equipo mas compacto, sencillo y ligero da lugar a una reducción del mantenimiento y la maximización de la facilidad en el montaje.

4.3. CONVENIENCIA DEL SISTEMA.

La implementación del sistema de telegestión en la instalación se lleva a cabo con unos fines de eficiencia bajo cumplimiento de normativa europea y española, generando un máximo rendimiento del proceso del alumbrado público con los mayores beneficios ambientales, económicos y energéticos.

· Energía

Los beneficios generados por el ahorro energético se estiman en torno al 50% respecto a una instalación de funcionamiento básico sin telegestión, debido al ahorro sumado a lo largo de todo el proceso.

- Regulación del flujo luminoso de las lámparas, del 20% al 50%.
- Balasto electrónico, 13%.
- Nivel constante de iluminación, 8% (independiente de las horas de funcionamiento).

· Medioambiente

Se cumple el objetivo de minimizar los daños causados al medioambiente y su adaptación como medio limpio y verde, con el cumplimiento de la legislación nacional e internacional vigente.

- Reducción de emisiones de CO2 debido al menor consumo de combustibles fósiles.
- Menos residuos por el uso de balastos electrónicos y por la mayor vida de las lámparas.
- Descenso de la contaminación lumínica adecuado al trabajo de la regulación.

· Bienestar

La implementación del sistema de telegestión favorece a la integración con el medio local y asegura las mejores condiciones para la convivencia del ciudadano.

- Reducción de la luz intrusa en las viviendas por la regulación de los niveles de iluminación.
- Prevención del crimen gracias al alumbrado durante toda la noche.
- Aumento de la seguridad en la circulación de vehículos gracias a un correcto nivel de iluminación.
- Refuerzo de la imagen ecológica.

· Mantenimiento

El mantenimiento se reduce a sus niveles básicos dando como resultado un ahorro económico, de material de repuesto y de funciones del técnico cualificado.

- No es necesario la función de un personal determinado dedicado a la comprobación de la instalación.
- Mejora en la planificación.
- Información predictiva de fallo de lámpara.
- Información sobre un fallo prematuro.
- Incremento de la vida de la lámpara en un 30%.

# Eficiencia energética

- Marco energético*
- Objetivo*
- Reglamentación*
- Certificado energético*
- Simulador*
- Análisis luminotécnico*
- Plan de mantenimiento*
- Documentación técnica*
- Verificación e inspección*

## Estudio de eficiencia energética de la instalación.

Situación actual de la energía y las nuevas instalaciones y objetivo del proyecto realizado.

Cumplimiento de la normativa actual y obtención del certificado europeo obligatorio para nuevas instalaciones.

Simulación de los elementos sobre el terreno  
y análisis de los resultados luminotécnicos y  
energéticos obtenidos.

Mantenimiento futuro, documentación y tramitaciones necesarias y aprobación de la instalación para su puesta en amrcha.

En cumplimiento con la normativa nacional y europea vigente y a fin de realizar un montaje con la mayor calidad disponible, duradero en el tiempo y con un uso de la energía responsable, económica y eficiente, se realiza un estudio luminotécnico de la instalación con el objetivo de etiquetar al proyecto según su clase energética de alumbrado.

5.1. MARCO ENERGÉTICO.

A nivel institucional la consumación de la eficiencia y el ahorro energéticos constituyen cada vez más objetivos prioritarios para el mantenimiento y desarrollo de cualquier economía, ya sea a nivel de pequeñas empresas como a nivel estatal, desarrollándose además una conciencia en continuo crecimiento respecto a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

En las instalaciones de alumbrado público futuras se suscribe el interés hacia el tratamiento de la eficiencia energética como problemática de confrontación económica y medioambiental.

En un periodo de recesión económica y de conservadurismo administrativo por parte de las gestiones públicas, el consumo eléctrico del alumbrado público representa el 50% del consumo total de un ayuntamiento y hasta un 2% del consumo total de España.

A nivel nacional, el Consejo de Ministros aprueba en julio de 2007 un Plan de Acción comprendido para el periodo del año 2008 hasta 2012 de Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España, remitido y aprobado para dar continuidad al segundo Plan Nacional de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética (NEEAP) que de acuerdo con el Parlamento Europeo y el Consejo de Ministros a fecha de julio de 2011 se amplía para el periodo de 2011 a 2020.

Los objetivos estratégicos marcados son el reconocimiento del ahorro y la eficiencia energética como instrumento de crecimiento económico y del bienestar social, estrategias en concordancia con las directivas europeas y orientacion internacional.

Asentar y conformar las condiciones adecuadas para que se extienda y se desarrolle en la sociedad el conocimiento sobre el ahorro y la eficiencia energética en todas las estrategias nacionales y especialmente en la estrategia española del cambio climático.

Fomentar la competencia en el mercado bajo el principio rector del ahorro y la eficiencia energética y consolidar la posición de España en la vanguardia del ahorro y la eficiencia energética.

Al finalizar el plan el alumbrado público, España debe haber consumado un ahorro de 58 ktep, lo que supone casi un 50% del sector servicios públicos o un 0,3% con respecto a la totalidad del plan en todos los sectores del país. Se estima además un ahorro en emisiones de CO2 de 292 ktCO2.

Las instalaciones de nueva construcción deberán regirse bajo los fundamentos y obligaciones de la Reglamentación de Eficiencia Energética y las instalaciones existentes se someterán a auditorías e incluso renovaciones en el caso que lo precisaran.

5.2. OBJETIVO.

Se establecerán las condiciones técnicas y garantías de la instalación con la finalidad de preservar la seguridad de las personas y los bienes, asegurar el normal funcionamiento previniendo las perturbaciones y contribuir a la fiabilidad técnica y a la eficiencia económica.

El proyecto respaldará el uso racional de la energía y la contaminación lumínica evitando en la medida de lo posible el impacto negativo sobre el medio ambiente.

El estudio y aplicación otorga una instalación eficiente y de mínimos niveles de emisión de gases de efecto invernadero, procura el máximo ahorro energético, reduce la luz intrusa y limita el resplandor luminoso nocturno.

5.3. REGLAMENTACIÓN.

Además de la normativa de cumplimiento obligatorio usada y expuesta ya en la memoria técnica, el estudio pertinente a la eficiencia energética se elabora de acuerdo a las siguientes normas y recomendaciones:

- Normativa UNE-EN 13201.
- Normativa europea 89/336/CEE.
- Normativa europea 92/31/CEE.
- Normativa europea 93/68/CEE.
- Normativa europea 2000/55/CEE.
- Reglamento electrotécnico para baja tensión e instrucciones complementarias aprobado por el Real Decreto 842/2002.
- Reglamento de verificaciones eléctricas y regularidad en el suministro de energía eléctrica.
- Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior aprobado por el Real Decreto 1890/2008.
- Real Decreto 444/1994.

5.4. CERTIFICADO ENERGÉTICO.

En cumplimiento con la legislación vigente, la instalación deberá de completar y especificar su calificación energética en función de su eficiencia siendo etiquetada según las tabulaciones oficiales y el modelo según la Secretaria General de Energía del Ministerio de Industria, teniendo carácter público e informativo.

El certificado complementará la documentación del proyecto y figurará en las instrucciones en poder de los titulares.

Con el fin de facilitar la interpretación de la calificación energética de la instalación de alumbrado y en consonancia con lo establecido en otras reglamentaciones, se define una etiqueta que caracteriza el consumo de energía de la instalación mediante una escala de siete letras. La escala se encuentra en función del índice de consumo energético y del índice de eficiencia energética, valiéndose de la tabulación fijada en la instrucción técnica complementaria del reglamento de eficiencia energética ITC-EA-01,

Calificación Energética	Índice de consumo energético	Índice de Eficiencia Energética
A	$ICE < 0,91$	$I_e > 1,1$
B	$0,91 \leq ICE < 1,09$	$1,1 \geq I_e > 0,92$
C	$1,09 \leq ICE < 1,35$	$0,92 \geq I_e > 0,74$
D	$1,35 \leq ICE < 1,79$	$0,74 \geq I_e > 0,56$
E	$1,79 \leq ICE < 2,63$	$0,56 \geq I_e > 0,38$
F	$2,63 \leq ICE < 5,00$	$0,38 \geq I_e > 0,20$
G	$ICE \geq 5,00$	$I_e \leq 0,20$

Tabla 13. Calificación energética.

La ejecución del estudio y auditoría por los estamentos oficiales en reconocimiento por los organismos ministeriales han otorgado la máxima calificación al conjunto de la instalación, verificando la más óptima configuración posible al emplazamiento del proyecto como se observa a lo largo del estudio presentado.

5.5. SIMULADOR.

La consecución del estudio luminotécnico del proyecto se lleva a cabo gracias al uso y control del software informático del simulador Ulises.

El simulador, bajo las características expuestas de la instalación y los datos calculados a lo largo de la memoria, proyectará mediante un tableado y planos 2D los resultados que se esperan obtener en el terreno.

Dado que a priori existen ciertas medidas imposibles de recoger hasta una vez hecho el montaje por la particularidad de cada instalación y de cada vía de uso, se usa el simulador amén de recopilar los resultados de los cálculos y materiales escogidos para la conclusión de la memoria y así poder continuar con el estudio energético de la forma más exacta posible. Gracias al simulador recogeremos datos puntuales de luminancia, iluminancia o uniformidades tanto de la malla general como del centro del carril del estudio presentados en distintos gráficos descriptivos, isocurvas o escala de grises, abiertos a la interpretación lumínica en la retícula de estudio.

La herramienta se usará tanto en los cálculos de la retícula principal del proyecto como en la retícula secundaria.

5.6. ANÁLISIS LUMINOTÉCNICO.

La aplicación del emplazamiento se realizará bajo procedimiento de las instrucciones técnicas complementarias de eficiencia energética ITC-EA, regladas por normativa de cooperación nacional y europea de obligado cumplimiento.

Las características de la instalación según la elección de cada elemento y cada material viene determinado por la complicitad tanto del estudio puramente eléctrico como del energético y luminotécnico.

	Area funcional	
	Calzada	Peatonal
Nº soportes	24	16
Funcionamiento (horas)	4380	
Nº luminarias	24	40
Tipo luminarias	Zafiro	Aramis
Tipo lámparas	Master son-T Pia plus	Master city white CDO TT
Balasto	electrónico	electrónico
Flujo (lm)	18000	13500
Potencia (W)	150	150

Tabla 14. Características de la instalación.

Dado las particularidades del proyecto y al conformar el conjunto una potencia total superior a los 5 KW, el estudio se ejecutará en dos partes diferenciadas denominadas retículas a modo de completar y facilitar la inspección inicial REAE y su obligatoria aprobación para la puesta en marcha de la instalación.

El proyecto se halla enfocado a lo largo de la descripción de la memoria técnica eléctrica hacia la iluminación general de alumbrado público exterior, pero desde el punto de vista energético y luminotécnico su configuración se desarrolla a lo largo de dos tipos de vía según su uso y finalidad agrupadas en distintas retículas de análisis.

Con la finalidad de rentabilizar el coste económico que conlleva la tramitación de la inspección, se procede a la materialización del mínimo número de retículas posible cumpliendo la normativa, siendo por tanto de dos.

La retícula principal aglutinará un mínimo del 50% de la potencia total del sistema y servirá como referencia de la instalación frente a las instituciones encargadas de llevar a cabo la verificación del proyecto y certificar su aprobado y calificación. Recogerá los datos y resultados del conjunto luminoso desarrollado a lo largo de la vía de calzada de circulación de vehículos junto con la iluminación de aceras peatonales. La calificación energética final de ésta supondrá el índice del emplazamiento completo independientemente de los resultados del resto de mallas.

La retícula secundaria compondrá el conjunto de parques adjuntos a la calle principal a modo de uso exclusivamente peatonal haciendo deferencia al análisis de la parte secundaria en cuanto a potencia de la instalación.

Ambos estudios se detallan y delimitan según los resultados de los parámetros expuestos a continuación.

5.6.1. RETÍCULA PRINCIPAL.

La malla del estudio abarca el conjunto del alumbrado de la calzada de circulación de vehículos y de las aceras de tráfico peatonal que se extienden a lo largo de la calle Badajoz principalmente y de las áreas de las calles transversales delimitadas en los planos adjuntos. De forma potencial se trata de la suma de cada uno de los báculos de doble luminaria instalados a lo largo de todo el proyecto, suponiendo algo más del 80% de la potencia total emplazada.

· Características de la vía

La retícula se extiende a lo largo de una superficie total de 5020 m<sup>2</sup> comprendida a partir de su eje central en la calle Badajoz. El área de estudio se conforma por una vía de circulación de vehículos de 5 metros de ancho anexada a una vía peatonal a cada lado de 2,5 metros cada una.

El ancho total de la base de cada soporte alcanza los 0,10 metros, instalados sobre la acera peatonal.

El estudio se realiza de forma individual sobre un foco de doble punto de luz, encargado del alumbrado tanto de su área de iluminación del tráfico rodado como de la iluminación de su área peatonal.

Características de la vía	
Superficie (m²)	5020
Configuración	1 vía calzada + 1 vía peatonal
Ancho (m)	7,5

Tabla 15. Características de la vía en retícula principal.

Por lo tanto la vía de estudio desarrolla un uso enfocado a dos tipos de calzada, peatonal y de vehículos.



· Características de la instalación

Se disponen sobre las aceras y de manera bilateral axial el total de los báculos dobles descritos en la memoria con una interdistancia media de 30 metros.

La configuración de los báculos sitúa las luminarias Zafiro encargadas del alumbrado de la calzada de vehículos a una altura de 10 metros sobre el suelo, manteniendo un segundo brazo al mando de las luminarias Aramis direccionadas hacia el alumbrado peatonal de las aceras a una altura de 6 metros.

Características de la instalación	
Disposición	Bilateral axial
Altura luminaria (m)	10 // 6
Interdistancia (m)	30

Tabla 16. Características de la instalación en retícula principal.

· Clasificación de la vía

El trazado del proyecto se realiza a lo largo de un barrio residencial de la localidad de Getafe. Según la normativa de la Dirección General de Tráfico, la circulación de vehículos por zona urbana no será en ningún caso superior a los 60 km/h.

Clasificación	Tipo de vía	Velocidad del tráfico rodado (km/h)
A	de alta velocidad	$v > 60$
B	de moderada velocidad	$30 < v \leq 60$
C	carriles bici	--
D	de baja velocidad	$5 < v \leq 30$
E	vías peatonales	$v \leq 5$

Tabla 17. Clasificación de la vía.

El trabajo se realiza sobre una vía de velocidad moderada clasificada según normativa como una vía de clasificación B.

· Clases de alumbrado

Según datos ofrecidos por el ayuntamiento de Getafe, la calzada estima un tráfico diario de zona residencial importante, con un índice medio diario superior a 7000 unidades.

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado <sup>(*)</sup>	
B1	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Vías urbanas secundarias de conexión a urbanas de tráfico importante.</i></li><li>• <i>Vías distribuidoras locales y accesos a zonas residenciales y fincas.</i></li></ul> Intensidad de tráfico IMD ≥ 7.000..... IMD < 7.000.....	ME2 / ME3c ME4b / ME5 / ME6	
	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Carreteras locales en áreas rurales.</i></li></ul> Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera. IMD ≥ 7.000..... IMD < 7.000.....		ME2 / ME3b ME4b / ME5
	(*) Para todas las situaciones de proyecto B1 y B2, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.		

Tabla 18. Clase de alumbrado.

La situación de nuestro proyecto es B1, por lo que genera una clase de alumbrado de ME2/ME3c según indicaciones.

· Niveles luminotécnicos

La ejecución lógica de los cálculos conduce a una selección de clase de alumbrado ME3c, lo que exigirá una serie de requisitos fotométricos aplicables a la vía y de cumplimiento normativo.

Clase de Alumbrado	Luminancia de la superficie de la calzada en condiciones secas			Deslumbramiento	Iluminación de alrededores
	Luminancia <sup>(4)</sup> Media $L_m$ (cd/m <sup>2</sup> ) <sup>(1)</sup>	Uniformidad Global $U_o$ [mínima]	Uniformidad Longitudinal $U_l$ [mínima]	Incremento Umbral $TI$ (%) <sup>(2)</sup> [máximo]	Relación Entorno $SR$ <sup>(3)</sup> [mínima]
ME1	2,00	0,40	0,70	10	0,50
ME2	1,50	0,40	0,70	10	0,50
ME3a	1,00	0,40	0,70	15	0,50
ME3b	1,00	0,40	0,60	15	0,50
ME3c	1,00	0,40	0,50	15	0,50
ME4a	0,75	0,40	0,60	15	0,50
ME4b	0,75	0,40	0,50	15	0,50
ME5	0,50	0,35	0,40	15	0,50
ME6	0,30	0,35	0,40	15	Sin requisitos

Tabla 19. Niveles luminotécnicos.

Los resultados luminotécnicos de la instalación deberán acogerse a las prescripciones detalladas.

Lo niveles de cumplimiento para los deslumbramientos perturbadores quedan limitados en función del incremento de umbral máximo.

Como en lo sucesivo del estudio se detallará, los valores obtenidos para nuestra configuración cumplen todas las limitaciones fotométricas normalizadas.

· Resplandor luminoso nocturno

La contaminación lumínica producida por la difusión y reflexión de la luz en los gases, aerosoles y partículas en suspensión en la atmósfera procedentes de la emisión directa hacia el cielo o reflejada por las superficies iluminadas deberán ser controladas y limitadas principalmente en instalaciones de alumbrado exterior.

CLASIFICACIÓN DE ZONAS	DESCRIPCIÓN
E1	<b>ÁREAS CON ENTORNOS O PAISAJES OSCUROS:</b> Observatorios astronómicos de categoría internacional, parques nacionales, espacios de interés natural, áreas de protección especial (red natura, zonas de protección de aves, etc.), donde las carreteras están sin iluminar.
E2	<b>ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD BAJA:</b> Zonas periurbanas o extrarradios de las ciudades, suelos no urbanizables, áreas rurales y sectores generalmente situados fuera de las áreas residenciales urbanas o industriales, donde las carreteras están iluminadas.
E3	<b>ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD MEDIA:</b> Zonas urbanas residenciales, donde las calzadas (vías de tráfico rodado y aceras) están iluminadas.
E4	<b>ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD ALTA:</b> Centros urbanos, zonas residenciales, sectores comerciales y de ocio, con elevada actividad durante la franja horaria nocturna.

Tabla 20. Resplandor luminoso nocturno.

Bajo una clasificación de zona E3, se considera un área de actuación de brillo o luminosidad media.

· Luz intrusa o molesta

Con el objetivo de no generar una luz molesta sobre los residentes de la zona y los ciudadanos que hagan uso de las instalaciones, el diseño asegurará unos parámetros máximos de medida.

Parámetros luminotécnicos	Valores máximos			
	Observatorios astronómicos y parques naturales E1	Zonas periurbanas y áreas rurales E2	Zonas urbanas residenciales E3	Centros urbanos y áreas comerciales E4
Iluminancia vertical (E <sub>v</sub> )	2 lux	5 lux	10 lux	25 lux
Intensidad luminosa emitida por las luminarias (I)	2.500 cd	7.500 cd	10.000 cd	25.000 cd
Luminancia media de las fachadas (L <sub>m</sub> )	5 cd/m²	5 cd/m²	10 cd/m²	25 cd/m²
Luminancia máxima de las fachadas (L <sub>max</sub> )	10 cd/m²	10 cd/m²	60 cd/m²	150 cd/m²
Luminancia máxima de señales y anuncios luminosos (L <sub>máx</sub> )	50 cd/m²	400 cd/m²	800 cd/m²	1.000 cd/m²
Incremento de umbral de contraste (TI)	Clase de Alumbrado			
	Sin iluminación TI = 15% para adaptación a L = 0,1 cd/m²	ME 5 TI = 15% para adaptación a L = 1 cd/m²	ME3 / ME4 TI = 15% para adaptación a L = 2 cd/m²	ME1 / ME2 TI = 15% para adaptación a L = 5 cd/m²

Tabla 21. Luz intrusa o molesta.

Se comprueba que los resultados de los cálculos de nuestras luminarias presentados se encuentran en los márgenes para la clasificación de zona E3, por lo que la luz intrusa no generará en ningún caso a lo largo de su exposición ninguna molestia directa sobre el usuario.

· Selección de luminarias

La elección de los dos tipos de luminarias expuestos para el alumbrado de la vía peatonal y la vía de tráfico rodado de la retícula principal debe de verificar los requisitos legislados por la reglamentación.La selección de factores económicos, de calidad o estéticos deben de encontrarse supeditados a la aprobación de factores de diseño que ejecuten una labor de eficiencia correcta.

El flujo hemisférico superior instalado de la luminaria, definido como la proporción del flujo de una luminaria que se emite sobre el plano horizontal que pasa por el centro óptico de la luminaria con respecto al flujo total saliente de la luminaria, una vez en su posición de instalación, estará limitado según la zona de trabajo clasificada.

CLASIFICACIÓN DE ZONAS	FLUJO HEMISFÉRICO SUPERIOR INSTALADO FHS <sub>INST</sub>
E1	≤ 1%
E2	≤ 5%
E3	≤ 15%
E4	≤ 25%

Tabla 22. Flujo hemisférico superior.

Por lo tanto su valor para una zona de trabajo E3 no superara en ningún caso el 15% iluminando solamente la superficie de alumbrado.

Atendiendo a la definición de vial funcional al tratarse de calzada urbana perteneciente a la situación B clasificada al principio del análisis, la normativa exige un rendimiento mínimo aceptable para la instalación de luminarias.

PARÁMETROS	ALUMBRADO VIAL		RESTO ALUMBRADOS (1)	
	Funcional	Ambiental	Proyectores	Luminarias
Rendimiento	≥ 65%	≥ 55%	≥ 55%	≥ 60%
Factor de utilización	(2)	(2)	≥ 0,25	≥ 0,30
(1) A excepción de alumbrado festivo y navideño. (2) Alcanzarán los valores que permitan cumplir los requisitos mínimos de eficiencia energética establecidos en las tablas 1 y 2 de la ITC-EA-01.				

Tabla 23. Rendimiento mínimo de luminarias.

Como se observa en la descripeión de las luminarias de la memoria técnica y según los datos presentados en sus hojas técnicas adjuntadas en el anexo correspondiente, ambas luminarias trabajan con un rendimiento superior al delimitado.

$$h_{Aramis} = 76\% \geq 65\%$$

$$h_{Zafiro} = 84\% \geq 65\%$$

· Selección de lámparas

Las lámparas de uso para las luminarias deberán cumplir según la ITC-EA-04 en su apartado 2, con una eficacia luminosa siempre superior a 65 lum/W.

Recogiendo los datos de flujo ofrecidos en las hojas técnicas del fabricante, resolvemos la eficacia luminosa para cada una de las lámparas instaladas y descritas en la memoria técnica.

$$h = \frac{F}{P} \text{ [lum/W]}$$

- $\eta$  = eficacia luminosa
- F = flujo de la lámpara
- P = potencia de la lámpara

Ecuación 17. Eficacia luminosa.

La lámpara de halogenuro metálico instalada en las luminarias Aramis para el alumbrado de las áreas de uso exclusivamente peatonal con un flujo de 13500 lum según sus datos técnicos tendrán por tanto una eficacia de,

$$h_{HM} = \frac{13500}{150} = 90 \text{ lum/W}$$

$$h_{HM} = 90 \geq 65 \text{ lum/W}$$

Verificando las premisas requeridas y confirmando su selección.

Por otro lado, la segunda lámpara de uso en la retícula principal de vapor de sodio a alta presión e instalada en las luminarias Zafiro para el alumbrado exclusivo del tráfico de vehículos, y con un flujo según su hoja técnica de 18000 lum desarrolla una eficacia de,

$$h_{VSAP} = \frac{18000}{150} = 120 \text{ lum/W}$$

$$h_{VSAP} = 120 \geq 65 \text{ lum/W}$$

Confirmando también la perfecta selección de la lámpara y su cumplimiento de la normativa vigente.

· Equipos auxiliares

El conjunto de iluminación formado por la lámpara y el equipo auxiliar instalado tendrán una potencia eléctrica máxima de consumo, regulada y legislada según la normativa ITC-EA-04 apartado 4 en su tabulación número 2.

Se extrae entonces que para lámparas de SAP y HM de 150 W, como las instaladas en el proyecto, no superarán en conjunto con el equipo auxiliar de cada una los 171 W de potencia. Acogiéndose a los datos del fabricante, el equipo auxiliar ejercerá una tolerancia de la potencia de 4,5 W, por lo que se deduce que,

$$P_{\text{equipo\_HM}} = 150 \pm 4,5 \text{ W} \leq 171 \text{ W}$$

$$P_{\text{equipo\_VSAP}} = 150 \pm 4,5 \text{ W} \leq 171 \text{ W}$$

El equipo de iluminación es por tanto óptimo para su uso en el alumbrado.

· Factor de mantenimiento

Debido al paso del tiempo, el envejecimiento de los materiales, el ensuciamiento, desperfectos o posibles fallos en el funcionamiento, las características fotométricas y mecánicas de una instalación de alumbrado exterior se van degradando, por lo que se hace inevitable el uso de ciertos factores para generar unos resultados mas fiables del estudio de la instalación.

Por lo tanto el factor de mantenimiento será el producto de factores de depreciación del flujo luminoso de las lámparas, de su supervivencia y de depreciación de la luminaria, de forma que:

$$f_m = \text{FDFL} \cdot \text{FSL} \cdot \text{FDLU}$$

- fm = factor de mantenimiento
- FDFL = factor de depreciación del flujo luminoso de la lámpara
- FSL = factor de supervivencia de la lámpara
- FDLU = factor de depreciación de la luminaria

Ecuación 18. Factor de mantenimiento.

Siguiendo el procedimiento de la instrucción complementaria ITC-EA-06 del reglamento, en las tablas 1,2 y 3 se fijarán los valores de cada factor en función de los valores proporcionados por el fabricante de cada una de las lámparas.

De tal manera el factor de mantenimiento para el halogenuro metálico cuyo funcionamiento en horas se estima de 12000 h y con un grado de protección del sistema óptico IP 6X junto con un intervalo de limpieza recomendado cada 3 años para el grado de contaminación medio al que se encuentra expuesto, da como resultado el siguiente nivel de mantenimiento.

$$f_{m\text{ HM}} = 0,73 \cdot 0,88 \cdot 0,87 = 0,56 \approx 0,6$$

- FDFL = 0,73 (para un halogenuro metálico con 12000 horas funcionamiento)
- FSL = 0,88 (para un halogenuro metálico con 12000 horas de funcionamiento)
- FDLU = 0,87 (protección IP 6X, contaminación media y limpieza cada 3 años)

La lámpara de vapor de sodio a alta presión tiene una vida de funcionamiento según fabricante de 8000 horas y un grado de protección del sistema óptico IP 6X con la recomendación de realizar la limpieza cada 1,5 años, resultando un factor de mantenimiento óptimo.

$$f_{m\text{ VSAP}} = 0,94 \cdot 0,94 \cdot 0,91 = 0,804 \approx 0,8$$

- FDFL = 0,94 (para un sodio a alta presión con 8000 horas de funcionamiento)
- FSL = 0,94 (para un sodio a alta presión con 8000 horas de funcionamiento)
- FDLU = 0,91 (protección IP 6X, contaminación media y limpieza a 1,5 años)

El mantenimiento de las instalaciones se deberá seguir según lo expuesto siendo responsable desde la puesta en marcha el titular de la instalación.

- Análisis luminotécnico

El proceso analítico se consuma con los datos obtenidos mediante el simulador de la retícula principal, que de forma lógica y conformado a raíz de las características descriptivas de nuestra malla expuestas en la memoria diseña la representación final de la instalación.

El estudio presenta los resultados de luminancia e iluminancia sobre el terreno expresados en datos puntuales conclusivos y representaciones gráficas mediante isocurvas.

La iluminancia se presenta como la cantidad de flujo luminoso incidente sobre una superficie por unidad de área o de forma más directa, como la cantidad de luz que llega a la superficie.

Los resultados sobre el terreno entre dos puntos lumínicos obtenidos para la retícula principal son los siguientes,

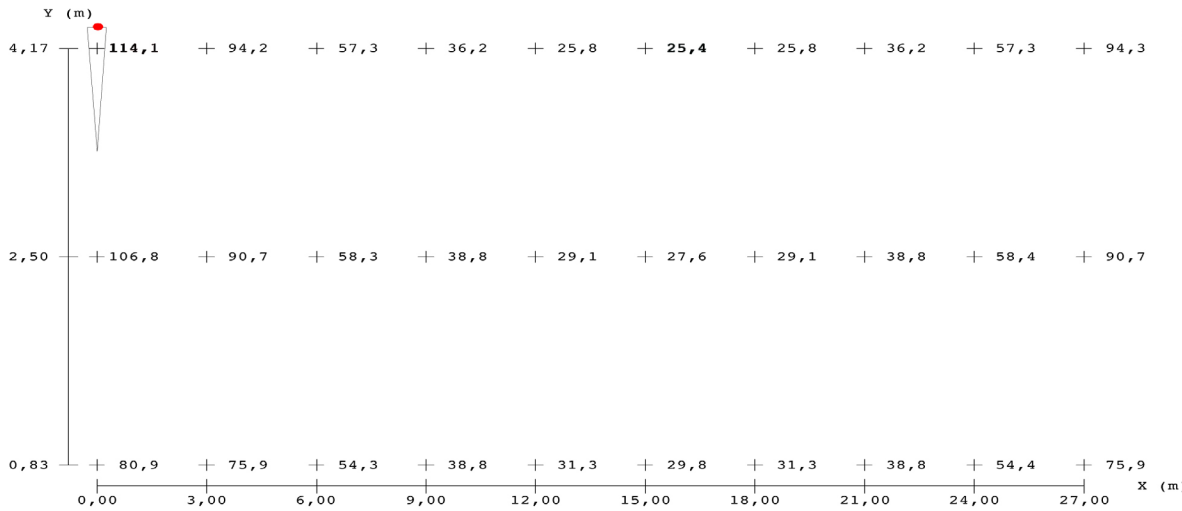


Figura 19. Iluminancia en retícula principal.

La representación de los datos generados para la iluminancia de la malla mediante isocurvas facilitan la interpretación del reparto y alcance sobre la superficie entre dos focos de iluminación.

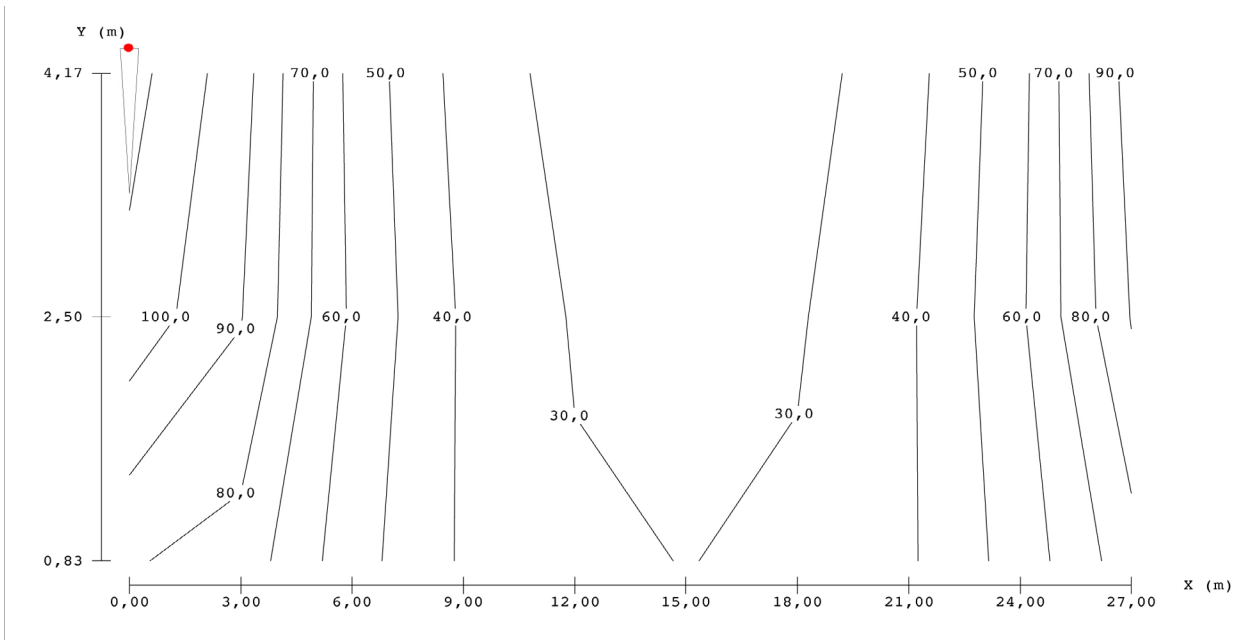


Figura 20. Isocurvas de iluminancia en retícula principal.

Se concluye entonces el reparto inteligente del flujo en toda la superficie de trabajo y la óptima uniformidad del mismo sobre el terreno.

De forma aceptada y a modo de resultados puntuales de los datos, se presenta una iluminancia de valores de estudio recogidos para la consecución de la calificación de la eficiencia energética de la instalación.

	Iluminancia				
	Emin	Emedia	Emax	Ug	Uo
	(lux)	(lux)	(lux)	(%)	(%)
Malla en la carretera	25,4	54,9	114,1	22,3	46,3

Tabla 24. Resultados iluminancia.

La luminancia se muestra como la intensidad luminosa reflejada por la superficie en la dirección del ojo del observador, responsable de la excitación de la retina para provocar la visión. Para su estudio se presenta, por la capacidad de interés, tanto desde el análisis de la malla fijada entre dos puntos de luz como del análisis del centro del carril a modo de obtener la mayor descripción posible. Los resultados recogidos se expresan en el eje de coordenadas en función de la distancia.

Resultados en la malla de estudio,

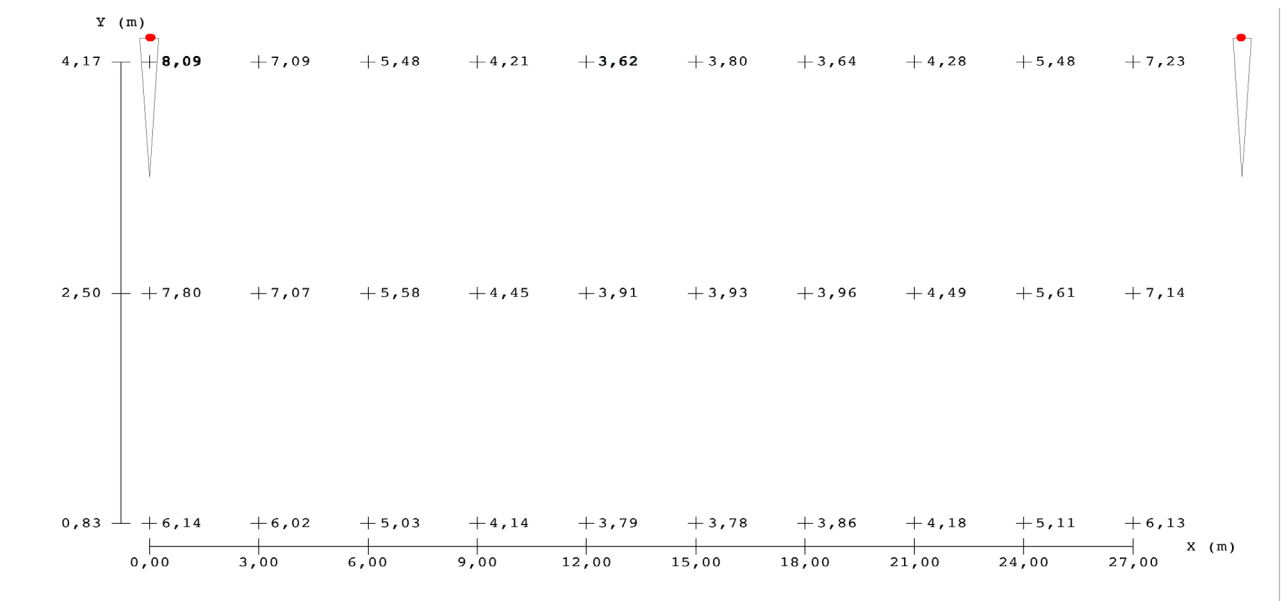


Figura 21. Luminancia en retícula principal.

Resultados en la parte central,

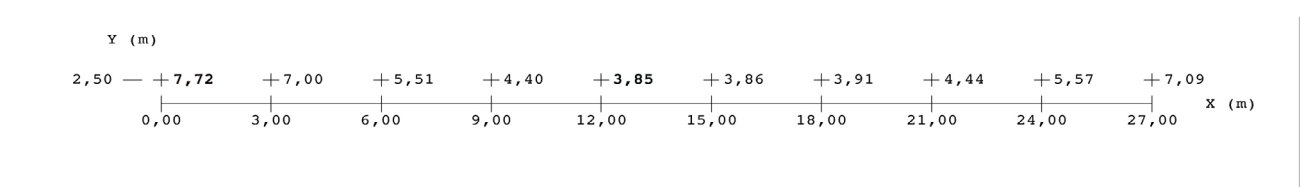


Figura 22. Luminancia en retícula princial, centro de la vía.

La representación de todos ellos mediante isocurvas nos muestra el alcance y reparto de la luminancia,

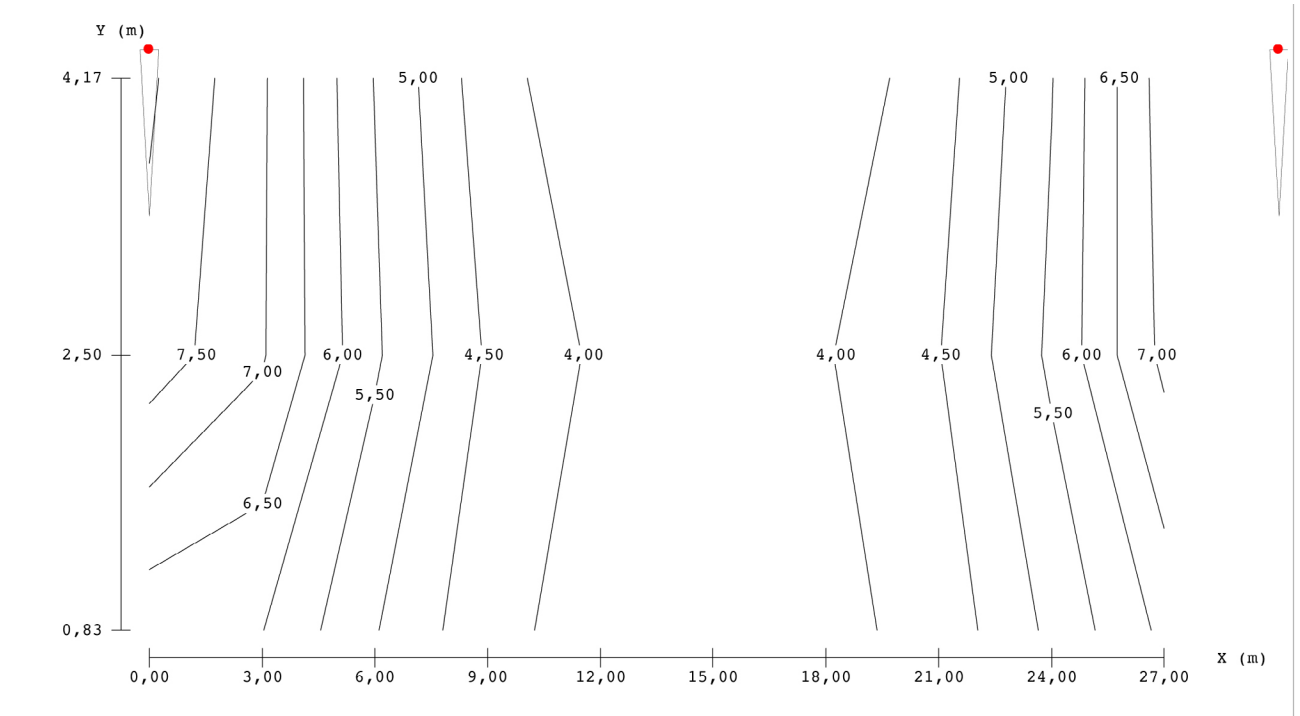


Figura 23. Isocurvas de luminancia en retícula principal.

Se observa nuevamente al igual que la iluminancia la óptima selección de los materiales y el perfecto funcionamiento luminotécnico del conjunto, aceptable y verificado para realizar un alumbrado funcional y totalmente apto para el usuario.

La luminancia presenta unos resultados congruentes y válidos para la continuación y calificación de la eficiencia de la instalación.

	Luminancia								
	Lmin	Lmedia	Lmax	Ug	Uo	Til	VL1	Tipo	Qo
	(cd/m²)	(cd/m²)	(cd/m²)	(%)	(%)	(%)	(cd/m²)		
Malla en la carretera	3,62	5,17	8,09	44,8	70,1	12,4	1,03	R1	0,1

Tabla 25. Resultados luminancia en la malla.

	Lmin	Lmedia	Lmax	UI
	(cd/m²)	(cd/m²)	(cd/m²)	(%)
Centro del carril	3,85	5,34	7,72	49,8

Tabla 26. Resultados luminancia en el centro de la vía.

La selección de materiales y el montaje de la instalación aseguran el cumplimiento de la normativa y la correcta delimitación de cada uno de los factores luminotécnicos que la componen, como justifica la verificación de los resultados obtenidos en consonancia con los valores legislados para una configuración como la presentada en ésta retícula principal y expuestos en este estudio según sus niveles luminotécnicos y de luz intrusa.

· Eficiencia energética

Con el estudio previo realizado sobre la instalación, se consuma finalmente el análisis energético amén de situar el proyecto a un nivel de eficiencia.

Consecuentemente con las instrucciones técnicas del reglamento se realizan los cálculos para determinar los resultados.

La eficiencia energética de la instalación resulta de la relación entre la iluminancia por la superficie

y la potencia total instalada,

$$e = \frac{S \cdot E_m}{P} \text{ [m}^2 \cdot \text{lux} / \text{W}]$$

- S = superficie iluminada [m²]
- Em = iluminancia media en servicio de la instalación [lux]
- P = potencia activa total instalada [W]

Ecuación 19. Eficiencia energética.

$$e = \frac{5020 \cdot 54,88}{24 \cdot 154,5} = 74,3 \text{ m}^2 \cdot \text{lux} / \text{W}$$

La eficiencia energética mínima para un alumbrado funcional se encuentra normalizada según reglamento de forma directamente proporcional a la iluminancia media en servicio reflejada por el conjunto,

Iluminancia media en servicio Em(lux)	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}}\right)$
≥ 30	22
25	20
20	17,5
15	15
10	12
≤ 7,5	9,5

Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal

Tabla 27. Eficiencia energética mínima.

Según los resultados luminotécnicos obtenidos, la retícula principal adquiere una luminancia media en servicio de valor 54,88 lux, por lo que:

$$E_m = 54,88 \text{lux} \geq 30 \text{lux}$$

$$E_m \geq 30 \text{lux} \rightarrow E_{m\text{mínima}} = 22 \text{m}^2 \cdot \text{lux} / \text{W}$$

Verificando los resultados y el cumplimiento de los requisitos,

E = 74,3 m² · lux / W ≥ E\_min = 22 m² · lux / W

La normativa oficia a nivel nacional y europeo a realizar una calificación valorativa de las condiciones energéticas de las instalaciones. Esta calificación será obligatoria en nueva construcción y remodelación o ampliación de las ya existentes y viene determinada por su índice de eficiencia energética Iε,

I\_e = e / e\_R

- ε = eficiencia energética de la instalación [m²·lux/W]
- ε<sub>R</sub> = eficiencia energética de referencia [m²·lux/W]

Ecuación 20. Índice de eficiencia energética.

Los valores de la eficiencia energética de referencia se encuentran tabulados según reglamento como consecuencia directa de la iluminación media en servicio, según la ITC-EA-01 en su tabla número 1,

Alumbrado vial funcional		Alumbrado vial ambiental y otras instalaciones de alumbrado	
Iluminancia media en servicio proyectada E <sub>m</sub> (lux)	Eficiencia energética de referencia ε <sub>R</sub> (m² · lux / W)	Iluminancia media en servicio proyectada E <sub>m</sub> (lux)	Eficiencia energética de referencia ε <sub>R</sub> (m² · lux / W)
≥ 30	32	--	--
25	29	--	--
20	26	≥ 20	13
15	23	15	11
10	18	10	9
≤ 7,5	14	7,5	7
--	--	≤ 5	5

Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal

Tabla 28. Eficiencia energética de referencia.

De nuevo, el valor de la luminancia media en servicio para la retícula principal de la instalación

es de 54,88 lux, obteniendo según tablas un valor,

E\_m = 54,88lux ≥ 30lux

E\_m ≥ 30lux → e\_R = 32 m² · lux / W

Por lo que con todos los datos expuestos se puede presentar el índice de eficiencia energética del estudio,

I\_e = 74,3 / 32 = 2,32

Con el fin de obtener la calificación energética necesaria para la validación del proyecto, se especifica además el índice de consumo energético ICE expuesto ya en la memoria,

ICE = 1 / I\_e

ICE = 1 / 2,32 = 0,43

Dando lugar a la justificación según la normativa actual y mediante lo expuesto en el apartado de certificado energético de la memoria a la máxima calificación posible,

ICE = 0,43 ≤ 0,91 → A

I\_e = 2,32 ≥ 1,1 → A

El estudio y análisis de la retícula principal del proyecto y consecuentemente englobando la calificación para la unidad del conjunto de la instalación alcanza la mayor graduación posible.

5.6.2. RETÍCULA SECUNDARIA.

El área de estudio delimitado para la segunda malla supone, en proporción con la principal, una concentración de potencia de menor medida abarcando alrededor del 20% del total de la potencia instalada. El conjunto del alumbrado se reparte por las zonas del proyecto de uso exclusivo para los peatones y enfocadas hacia el ocio de los mismos.

Aglomera dos parques anexados a la calle Badajoz, principal vía del proyecto. La retícula, lumínicamente supone el estudio de unas características muy determinadas por la finalidad de uso que tienen en comparación con la iluminación de vías de paso.

El análisis, aunque no será determinante para la calificación del proyecto en su conjunto, supone una presentación y estudio para asegurarse de ofrecer la mejor calidad posible para el usuario.

· Características de la vía

La superficie total de estudio para la retícula abarca la comunión de ambos parques alcanzando alrededor de los 2485 m<sup>2</sup>, rodeados de acera de uso para el tráfico peatonal.

Características de la vía	
Superficie (m²)	2485
Configuración	plaza parque
Ancho (m)	20

Tabla 29. Características de la vía en retícula secundaria.

La vía será de uso exclusivamente peatonal, y con las consideraciones que se estimen oportunas teniendo en cuenta su uso, tránsito y usuario.

· Características de la instalación

El alumbrado de la retícula secundaria se configura mediante la sucesión de columnas dispuestas a través de una distribución bilateral opuesta.

La luminaria encargada del alojo de las lámparas será la tipo Aramis y se encontrará a una distancia de 6 metros respecto al suelo.

Características de la instalación	
Disposición	Bilateral oposición
Altura luminaria (m)	6

Tabla 30. Características de la instalación en retícula secundaria.

· Clasificación de la vía

La malla de la retícula se entiende como dos zonas cuya finalidad es exclusivamente de ocio y peatonal, situadas en un barrio residencial.

Siguiendo las instrucciones de la ITC-EA-02 y según la tabla de la memoria, el uso de las zonas peatonales se encuadran en velocidades inferiores a los 5 km/h, lo que supone una clasificación de la vía del tipo E.

· Clase de alumbrado

La situación de la retícula de estudio se enmarca técnicamente en un espacio destinado al peatón tanto de tránsito como con una estancia relativamente considerable de tiempo. Según datos ofrecidos por el ayuntamiento de Getafe, se considerará el área con un flujo de tráfico de peatones normal.

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado <sup>(*)</sup>
E1	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Espacios peatonales de conexión, calles peatonales, y aceras a lo largo de la calzada.</i></li><li>• <i>Paradas de autobús con zonas de espera</i></li><li>• <i>Áreas comerciales peatonales.</i></li></ul> Flujo de tráfico de peatones Alto..... Normal .....	CE1A / CE2 / S1 S2 / S3 / S4
E2	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Zonas comerciales con acceso restringido y uso prioritario de peatones.</i></li></ul> Flujo de tráfico de peatones Alto..... Normal .....	CE1A / CE2 / S1 S2 / S3 / S4
<small>(*) Para todas las situaciones de alumbrado E1 y E2, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.</small>		

Tabla 31. Clase de alumbrado en retícula secundaria.

Considerando de tal manera una situación de estudio E1 con una posibilidad de alumbrado de clase S2/S3/S4.



· Niveles luminotécnicos

La normativa propone unos niveles mínimos de cumplimiento para la iluminancia horizontal de la zona en dependencia de la clase de alumbrado expuesta en el proyecto.

Clase de Alumbrado <sup>(1)</sup>	Iluminancia horizontal en el área de la calzada	
	Iluminancia Media $E_m$ (lux) <sup>(1)</sup>	Iluminancia mínima $E_{min}$ (lux) <sup>(1)</sup>
S1	15	5
S2	10	3
S3	7,5	1,5
S4	5	1

<sup>(1)</sup> Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento ( $f_m$ ) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

Tabla 32. Niveles luminotécnicos en retícula secundaria.

Como queda justificado en lo sucesivo del estudio, la retícula cumplirá con una clase de alumbrado S2.

· Índice de deslumbramiento

Ajustado a la particularidad del tipo de vía del análisis, los deslumbramiento perturbadores tienen una mención especial en función de la altura del montaje de las luminarias.

Altura de Montaje	Clases D
$h \leq 4,5$	D3
$4,5 < h \leq 6$	D2
$h > 6$	D1

Tabla 33. Clase de indice de deslumbramiento.

Las columnas de uso peatonal del proyecto mantienen una altura de 6 metros para las luminarias, lo que según el reglamento limita a un índice de deslumbramiento máximo de nivel D2.

Clase	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Índice de deslumbramiento máximo	-	7.000	5.500	4.000	2.000	1.000	500

Tabla 34. Indice de deslumbramiento.

Siguiendo las hojas de características facilitadas por el fabricante y como se explica en la memoria descriptiva, la iluminación de ejecución del proyecto trabaja bajo una protección del material de nivel G2 y KB2, por lo que según la normativa EN-13201 los niveles de deslumbramiento nunca superarán los 5500 cd/m<sup>2</sup> limitados como máximos por la clasificación D2 para la retícula.

· Resplandor luminoso nocturno

Atendiendo a las características y teniendo en cuenta la clasificación exportada de la ITC-EA-03 y en la propia tabla de la memoria, las condiciones de estudio de la retícula secundaria se mantienen respecto a la principal, por lo que la clasificación será la misma E3, atendiendo a un área de brillo o luminosidad media al tratarse de una zona residencial.

· Luz intrusa o molesta

De forma análoga a la clasificación anterior, las limitaciones normalizadas en la instrucción ITC-EA-03 son consecuentemente las mismas que las expuestas en la malla principal.

De igual manera los resultados continúan presentando la validez de los niveles exigidos, evitando la aparición de luz molesta sobre el usuario.

· Selección de luminarias

Las luminarias instaladas en el alumbrado de la retícula secundaria cumplirá con los requisitos legislados para asegurar la perfecta armonía energética y luminotécnica.

La clasificación de la situación de trabajo E3 impone un flujo hemisférico máximo del 15%, que como queda demostrado en la retícula principal al contar en una parte de su función con el mismo tipo de luminarias, trabajará por debajo de los niveles marcados.

La nueva malla, de clasificación vial ambiental al tratarse del alumbrado de zonas de parques peatonales, debe cumplir según la ITC-EA-04 y como se indica en la tabla de la memoria con un rendimiento de sus luminarias superior al 55%.

Como se obtiene de su hoja técnica, el rendimiento especificado de la luminaria Aramis será tal que,

$$h_{Aramis} = 76\% \geq 55\%$$

La justificación de la selección de la luminaria encargada de la malla secundaria obtiene unos valores de validación aptos para su uso.

· Selección de lámparas

Generando un paralelismo con la retícula principal debido a la funcionalidad del trabajo de iluminación con un sistema de luminaria y lámpara de halogenuro metálico de mismas características y una normalización de mismas condiciones, se asegura el cumplimiento de las exigencias mínimas de eficacia según la instrucción complementaria ITC-EA-04 y como queda justificado en el estudio de la malla principal de la memoria.

$$h_{HM} = \frac{13500}{150} = 90 \text{ lum/W}$$

$$h_{HM} = 90 \geq 65 \text{ lum/W}$$

· Equipos auxiliares

El conjunto de la lámpara de halogenuro metálico y su equipo auxiliar usados para la iluminación de los parques generarán una potencia máxima según la ITC-EA-04 en su tabulado numero 2 de,

$$P_{\text{equipo\_HM}} = 150 \pm 4,5W \leq 171W$$

· Factor de mantenimiento

El factor de mantenimiento que se fijará para la retícula secundaria seguirá las premisas expuestas en la malla principal, bajo las recomendaciones del fabricante y de los datos facilitados por el ayuntamiento de Getafe en relación al área de trabajo.

Realizado el análisis en la retícula principal, ejerciendo el estudio frente a la misma lámpara de halogenuro metálico con evidentemente las mismas características técnicas y trabajando bajo unas condiciones ambientales exactamente iguales, el valor del factor de mantenimiento será el mismo que el expuesto en el estudio anterior,

$$f_{m\text{ HM}} = 0,73 \cdot 0,88 \cdot 0,87 = 0,56 \approx 0,6$$

- FDFL = 0,73 (para un halogenuro metálico con 12000 horas funcionamiento)
- FSL = 0,88 (para un halogenuro metálico con 12000 horas de funcionamiento)
- FDLU = 0,87 (protección IP 6X, contaminación media y limpieza cada 3 años)

· Análisis luminotécnico

Nuevamente se expone la retícula de estudio frente al simulador con la finalidad de obtener los datos de luminancia e iluminancia sobre el terreno. De la misma manera que sucede con la malla principal en su análisis luminotécnico de la memoria se trabaja a través de la aplicación informática Ulises.

La iluminancia sobre las zonas de parque se presenta según los resultados obtenidos,

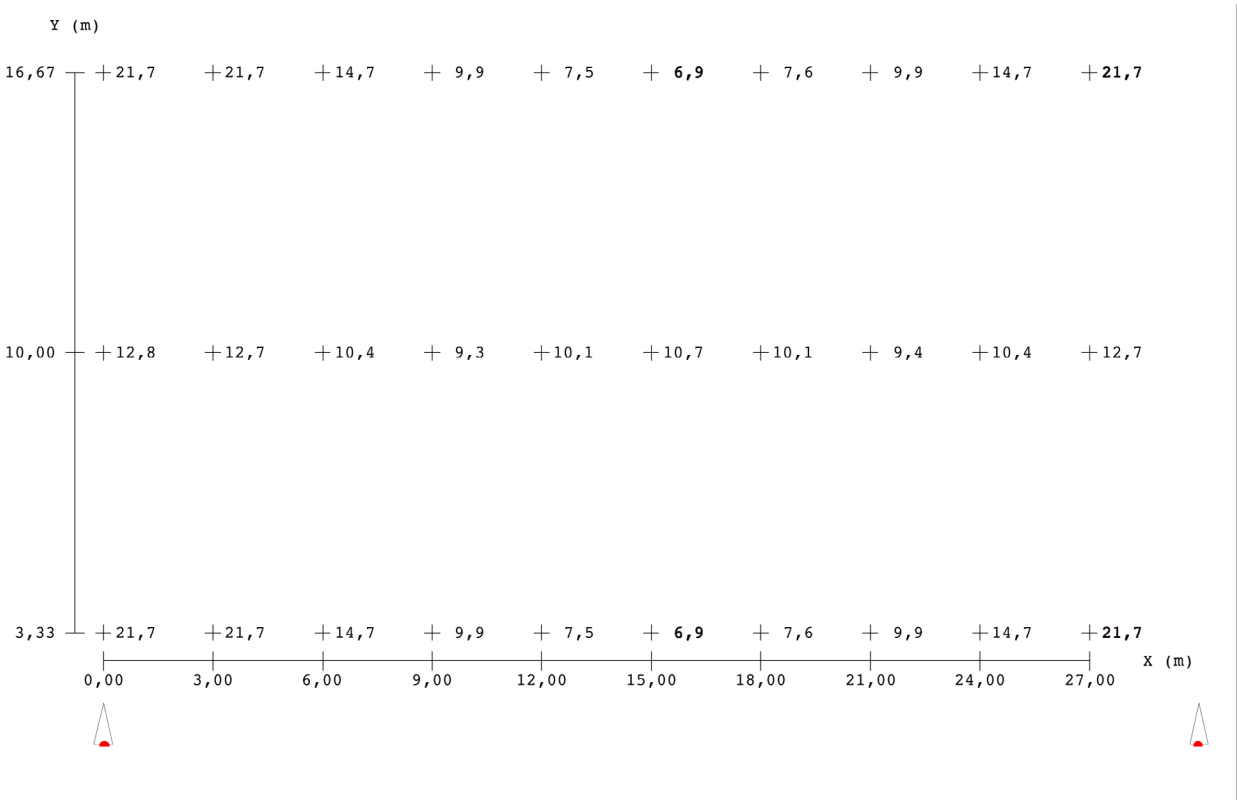


Figura 24. Iluminación en retícula secundaria.

De igual modo, la gráfica de las isocurvas facilita la interpretación del reparto por la superficie de estudio,

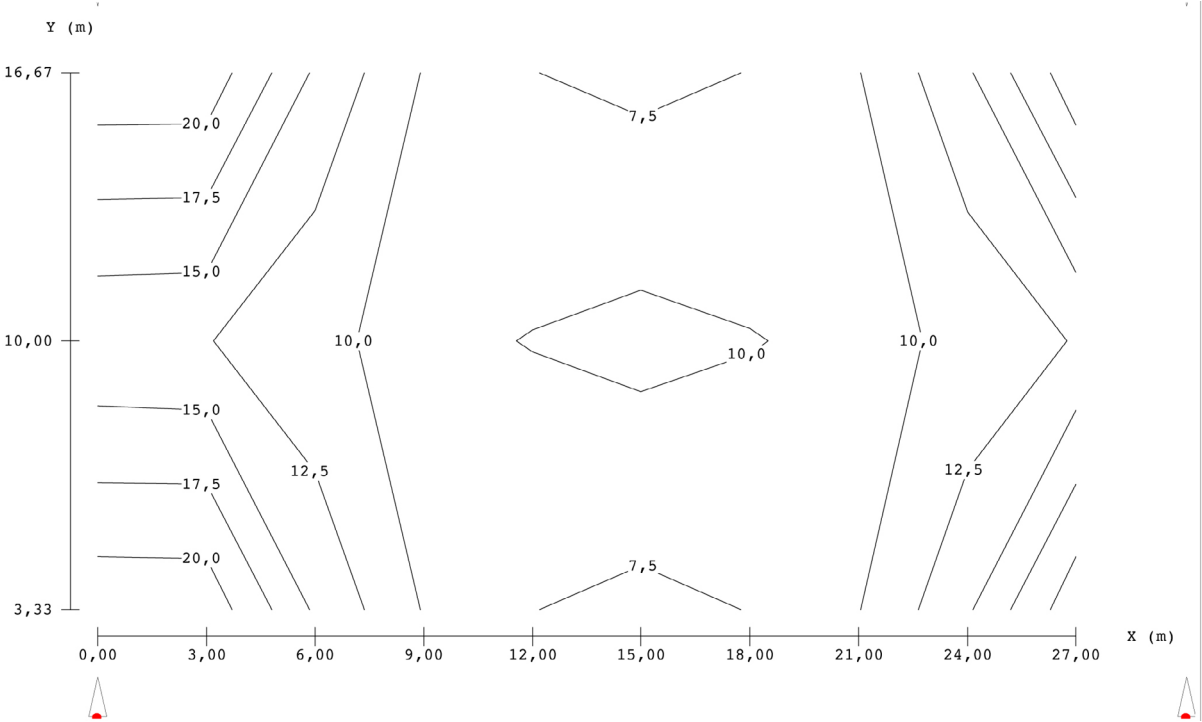


Figura 25. Isocurvas de iluminancia en retícula secundaria.

Ambas gráficas de resultados verifican la uniformidad de la iluminación y generan una superficie perfectamente iluminada y adaptada al usuario.

Aprobados los valores de iluminancia, se recogen los resultados principales y más representativos para la consecución de los cálculos posteriores,

	Iluminancia				
	Emin	Emedia	Emax	Ug	Uo
	(lux)	(lux)	(lux)	(%)	(%)
Malla en la carretera	6,9	12,7	21,7	31,6	54

Tabla 35. Resultados de iluminancia en retícula secundaria.

El estudio de la retícula continúa con la presentación de los datos de la luminancia datando la intensidad reflejada por la superficie y su incidencia en el usuario, siguiendo las mismas pautas que las ofrecidas en la estudio de la malla principal.

Los resultados cotejados en la superficie son,

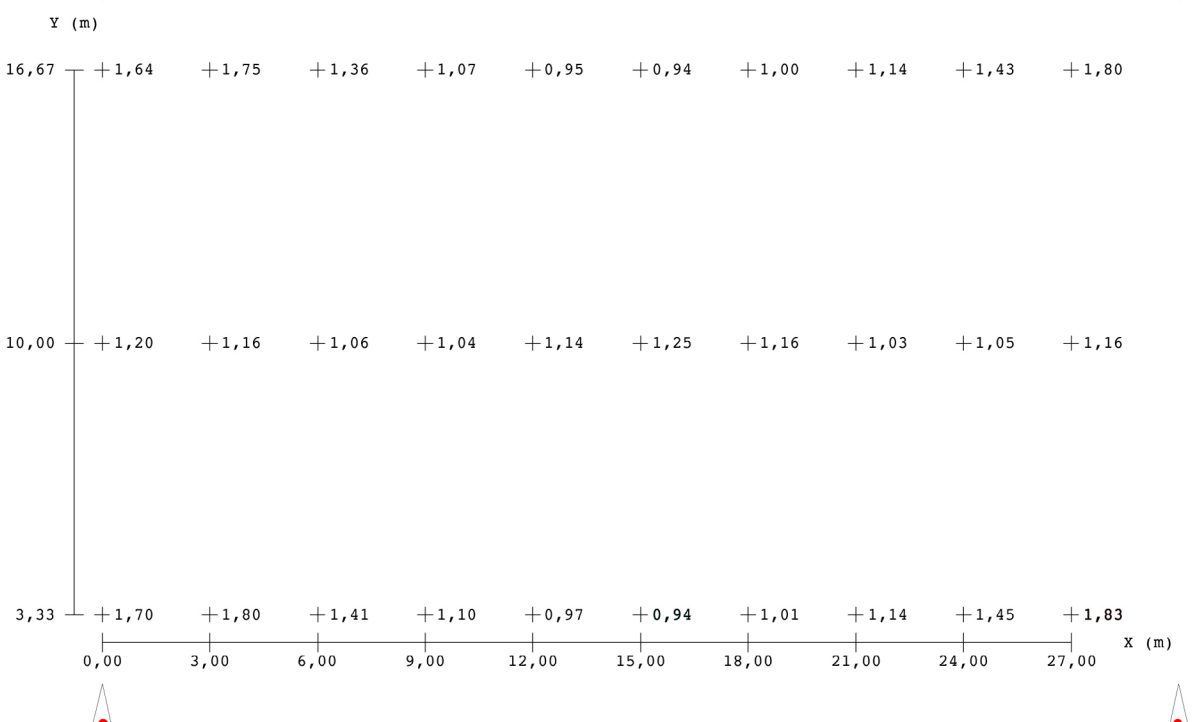


Figura 26. Luminancia en retícula secundaria.

Datos presentados en la parte central del área de investiación,

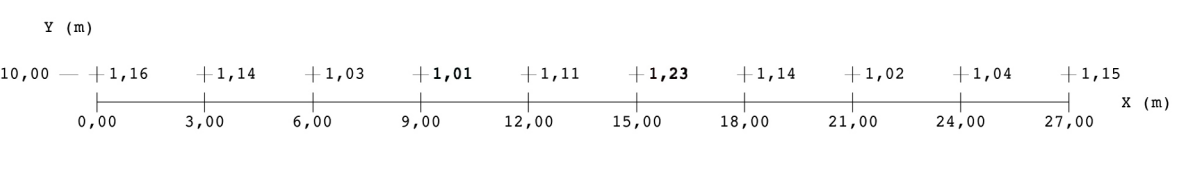


Figura 27. Luminancia en centro de vía en retícula secundaria.

Todos ellos representados mediante isocurvas denostando su alcance y reparto,

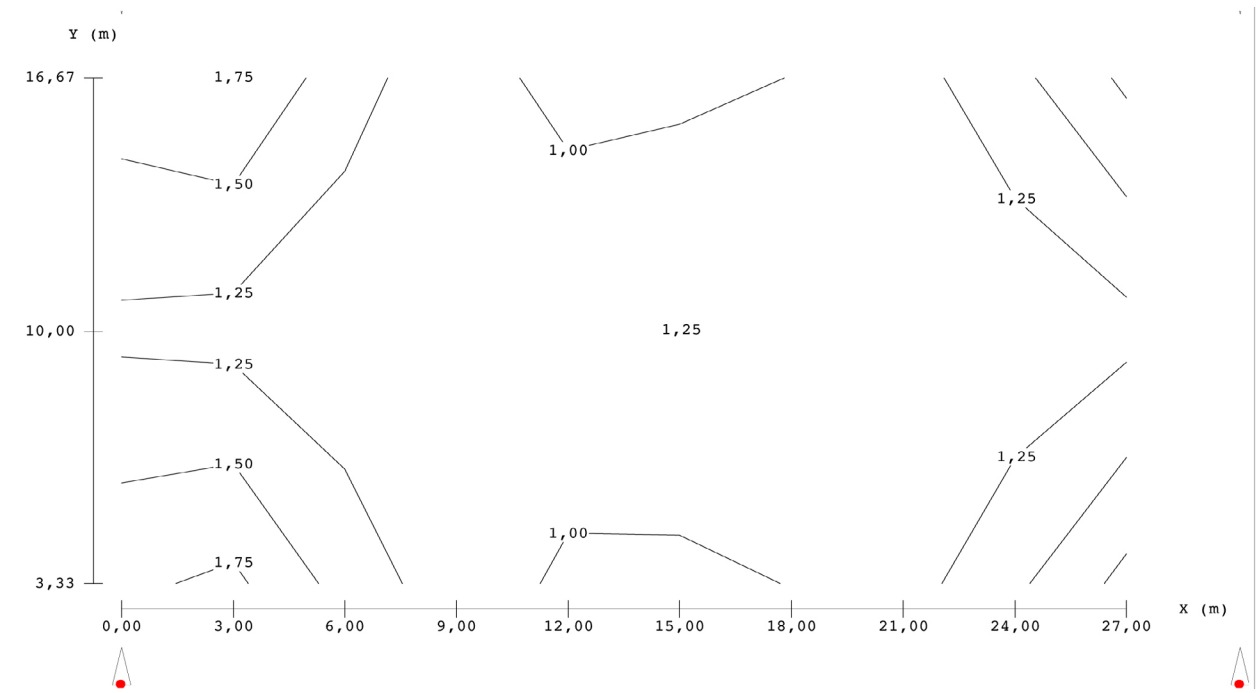


Figura 28. Isocurvas de luminancia en retícula secundaria.

El análisis de la luminancia, los datos ofrecidos y el reparto de las isocurvas dota a la retícula de los resultados válidos y aceptados por la normativa y la reglamentación, dejando un área para el uso peatonal en las condiciones necesarias. La luminancia queda representada por los datos más característicos del estudio,

	Luminancia								
	Lmin	Lmedia	Lmax	Ug	Uo	Til	VL1	Tipo	Qo
	(cd/m²)	(cd/m²)	(cd/m²)	(%)	(%)	(%)	(cd/m²)		
Malla en la carretera	0,94	1,26	1,83	51,4	74,8	13,8	0,38	R1	0,1

Tabla 36. Resultados de luminancia en retícula secundaria.

	Luminancia			
	Lmin	Lmedia	Lmax	UI
	(cd/m²)	(cd/m²)	(cd/m²)	(%)
Centro del carril	1,01	1,1	1,23	82,1

Tabla 37. Resultados de luminancia en centro de la vía de retícula secundaria.

La aprobación de los resultados obtenidos certifica la selección de los materiales y permite continuar con el cálculo de eficiencia de la retícula.

· Eficiencia energética

El estudio de eficiencia energética sigue las pautas marcadas en las instrucciones técnicas del reglamento de baja tensión con la finalidad de marcar la calificación de forma objetiva.

El método de cálculo sigue el mismo desarrollo que el estudio de eficiencia de la retícula principal.

La eficiencia energética será,

$$e = \frac{2485 \cdot 12,71}{16 \cdot 154,5} = 12,78 \text{ m}^2 \cdot \text{lux} / \text{W}$$

La eficiencia energética mínima para un alumbrado ambiental se encuentra normalizada según reglamento de forma directamente proporcional a la iluminancia media en servicio reflejada por el conjunto,

Iluminancia media en servicio E <sub>m</sub> (lux)	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}}\right)$
≥ 20	9
15	7,5
10	6
7,5	5
≤ 5	3,5

Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal

Tabla 38. Eficiencia energética mínima en retícula secundaria.

Según la luminancia media obtenida a partir de los resultados luminotécnicos de valor 12,71 lux e interpolando en la tabla expuesta, se obtiene un valor de eficiencia energética mínima de,

$$15\text{lux} \geq E_m = 12,71\text{lux} \geq 10\text{lux}$$

$$E_m = 12,71\text{lux} \rightarrow E_{m\text{'nima}} = 6,81 \text{ m}^2 \cdot \text{lux} / \text{W}$$

Verificando los resultados y el cumplimiento de los requisitos,

$$E = 12,78 \text{ m}^2 \cdot \text{lux} / \text{W} \geq E_{min} = 6,81 \text{ m}^2 \cdot \text{lux} / \text{W}$$

Con la validación de los resultados según la normativa el estudio se completa con el cálculo de su índice de eficiencia energética I<sub>e</sub> a fin de evaluar a nivel nacional y europeo la cualificación del análisis.

De nuevo para realizar el cálculo, la retícula necesita su valor de eficiencia energética de referencia según la tabulación de ITC-EA-01. De nuevo interpolando para los valores luminotécnicos de la malla,

$$15\text{lux} \geq E_m = 12,71\text{lux} \geq 10\text{lux}$$

$$E_m = 12,71\text{lux} \rightarrow e_r = 10,01\text{m}^2 \cdot \text{lux} / \text{W}$$

Dando lugar al cálculo para el índice de eficiencia energética de la retícula secundaria,

$$I_e = \frac{12,78}{10,01} = 1,28$$

Con el fin de obtener la calificación energética necesaria para la validación del proyecto, se especifica además el índice de consumo energético ICE expuesto ya en la memoria y calculado de la misma forma,

$$\text{ICE} = \frac{1}{1,28} = 0,78$$

Dando lugar a la justificación según la normativa actual y mediante lo expuesto en el apartado de certificado energético de la memoria a la máxima calificación posible,

$$\text{ICE} = 0,78 \leq 0,91 \rightarrow A$$

$$I_e = 1,28 \geq 1,1 \rightarrow A$$

Quedando justificado tras el estudio y análisis de la retícula secundaria y de igual modo que la retícula principal, la otorgación de la máxima calificación de eficiencia energética.

5.6.3. ETIQUETA ENERGÉTICA.

La implementación de la etiqueta energética en el proyecto se hace obligatorio para todo curso legal, debiendo figurar tanto la eficiencia de la retícula principal de la instalación, la calificación mediante el índice de eficiencia energética medido y el consumo energético.

El estudio de la retícula principal, comprometido con la mayor parte de la potencia de la instalación total, funciona a modo legal como la calificación energética del conjunto del proyecto, extrapolando sus resultados al análisis general al figurar como una malla representativa del conjunto.

Por lo tanto, la etiqueta energética del proyecto tendrá una calificación máxima A, resultando la instalación mas óptima y eficiente posible.

Calificación Energética de las Instalaciones de Alumbrado	
Más eficiente	
A	
B	
C	
D	
E	
F	
G	
Menos eficiente	
Instalación:	Alumbrado publico calzada
Localidad / Calle:	Getafe / Calle Badajoz
Horario de funcionamiento:	19:00 PM - 7:00 AM
Consumo de Energía Anual (kWh/año):	57.974,4
Emisiones CO <sub>2</sub> anual (kg CO <sub>2</sub> /año):	13.913,86
Índice de eficiencia energética (I <sub>e</sub> ):	2,32
Iluminancia media en servicio E <sub>m</sub> (lux):	54,88
Uniformidad (%):	70,1

5.7. MANTENIMIENTO.

Con el fin de mantener las mejores condiciones de trabajo y reducir las posibilidades de fallo por el deterioro de los materiales, la instalación deberá garantizar en el transcurso del tiempo el valor de su factor de mantenimiento atendiendo por tanto a la reposición de lámparas y limpieza de luminarias con la periodicidad calculada.

Una vez validado el proyecto y tras su puesta en marcha, el titular de la instalación será el responsable de asegurar la ejecución del plan de mantenimiento ya sea de manera directa o mediante la subcontratación del ejercicio.

De tal manera, el plan de mantenimiento deberá abordarse desde dos directrices de actuación, preventiva y correctiva.

· Mantenimiento preventivo.

El mantenimiento preventivo en instalaciones de alumbrado público consiste en la revisión periódica de todos y cada uno de los elementos de la Instalación, efectuando las tareas necesarias para evitar averías y/o fallos de la misma, antes de que ocurran y para evitar una pérdida excesiva de rendimiento.

Se realizará inicialmente un inventario (número, tipo y ubicación de los puntos de luz, sistemas de control, cuadros eléctricos, planos, etc) proporcionado y ejecutado por un instalador autorizado en baja tensión y de un plan de mantenimiento, incluyendo la gestión de recambios.

Tareas habituales son:

- Inspección del estado de los soportes ( corrosión, anclajes, tapas de registro, etc)
- Inspección de las Luminarias (caja conexiones eléctricas, amarres, cierre, limpieza).
- Inspección de la Luminarias (amarres, cierre, limpieza).
- Inspección y comprobación del sistema de programación y/o encendido.
- Inspección del tendido eléctrico (donde sea aéreo).
- Comprobación de la iluminación ofrecida y su intensidad. (la contaminación lumínica debe ser valorada, pero no tanto en las tareas de Mantenimiento, sino en los proyectos de nuevas instalaciones o sustitución de alumbrados antiguos, con estudios adecuados y luminarias más modernas).

· Mantenimiento correctivo.

El mantenimiento correctivo en instalaciones de alumbrado público consiste en la reparación de las averías e incidencias del sistema. Las actuaciones habituales son:

- Sustitución de lámparas.
- Sustitución o reparación de las luminarias.
- Sustitución y/o ajuste del Sistema de programación y/o encendido.
- Reparación o sustitución de equipos.

5.8. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA.

Atendiendo al artículo 10 del reglamento de eficiencia de alumbrado exterior, la documentación complementaria de las instalaciones incluidas en el ámbito de aplicación del mismo contendrá los cálculos de eficiencia energética y demás requisitos establecidos en la presente en forma de memoria técnica.

En la memoria técnica de eficiencia energética se concentrarán las características de las obras proyectadas con especial referencia al cumplimiento del reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y a la memoria de eficiencia y ahorro energético, incorporando el cálculo de la eficiencia energética de la instalación y la calificación de la instalación en función del índice de eficiencia energética. Además la memoria se complementará con los anexos relativos a los cálculos luminotécnicos y plan de mantenimiento.

5.9. VERIFICACIÓN E INSPECCIÓN

Según lo previsto en el artículo 13 del reglamento, se compondrá el cumplimiento de las disposiciones y requisitos de eficiencia energética establecidos en el reglamento y sus instrucciones técnicas complementarias, mediante verificaciones e inspecciones, que serán realizadas, respectivamente, por instaladores autorizados de acuerdo con el reglamento electrotécnico para baja tensión y por organismos de control autorizados para este campo reglamentario por el que se aprueba el reglamento de infraestructura para la calidad y la seguridad industrial.

La instalación será sometida, debido a la potencia total superior a los 5 kW, y estará en el deber de cumplimentar los siguientes exámenes,

- Verificación inicial previa a su puesta en servicio.
- Inspección inicial previa a su puesta en servicio.
- Inspección cada 5 años.

La verificación de la instalación deberá ejecutarse por un instalador autorizado ejecutando un control sobre la potencia eléctrica consumida por la instalación, la iluminación media y su uniformidad.

Cada una de las inspecciones ejecutadas por un organismo de control autorizado a ello supervisará los requisitos para cada uno de los elementos descritos en la verificación además de la luminancia media y los niveles de deslumbramiento perturbador.

El organismo de control ejecutará finalmente la emisión de un certificado de inspección o verificación figurando cada una de las comprobaciones evaluando cada uno de los niveles examinados y valorándolos para su posible corrección.

# Presupuesto

*Resumen*  
*Detalle*

**Análisis económico y presupuestario del proyecto.**  
**Detalle de mano de obra, material y coste total.**



El presupuesto del proyecto se ha llevado a cabo en términos de un precio medio de trabajo en base al salario actual y según recomendación del fabricante de los materiales utilizados.

Procesado el coste total, el proyecto da lugar a un presupuesto según lo expuesto en el resumen siguiente:

Actuación	Importe
Obra civil .....	22545’6 €
Conductores .....	48340 €
Puesta a tierra .....	9234,61 €
Telegestión .....	17995 €
Alumbrado público .....	49280,88 €
Señalización .....	300 €
Limpieza y fin de obra .....	1500 €
Tramitaciones .....	1745 €
Presupuesto del proyecto .....	150941,0 €

El presupuesto del proyecto asciende a la cantidad total de ejecución de CIENTO CINCUENTAMIL NOVECIENTOS CUARENTA Y UN EUROS CON NUEVE CÉNTIMOS (150.941,09 €).

6.1. DETALLE DEL PRESUPUESTO.

· Obra civil

Detalle de presupuesto de obras urbanísticas.

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio [€]	Importe [€]
Canalización acera peatonal	m	925	9,74	9009,5
Canalización de la línea de alimentación bajo acera peatonal comprendiendo trabajos de excavación, compactado, extracción, relleno, hormigonado, retirado y transporte. Dimensionamiento a 60 cm de profundidad y 30 cm de ancho. Suministro de entubado para alojamiento del cableado y colocación de placa señalizadora.				
Canalización calzada	m	125	23,52	2940
Canalización de la línea de alimentación bajo calzada comprendiendo trabajos de excavación, compactado, extracción, relleno, hormigonado, retirado y transporte. Dimensionamiento a 80 cm de profundidad y 45 cm de ancho. Suministro de entubado para alojamiento del cableado y colocación de placa señalizadora.				
Arquetas	ud	55	56,54	3109,7
Arqueta de superficie 60x60x60 cm y tapadera 60x60 comprendiendo trabajos de excavación, enfoscado, relleno y grabado sobre tapadera.				
Cimentaciones	ud	40	187,16	7486,4
Cimentación para báculos y columnas comprendiendo trabajos de hormigonado y nivelado. Dimensionamiento de 80x80x100 cm para columnas de 6 metros de altura y 100x100x120 para báculos de 10 metros de altura				
				22545,6

· Conductores

Detalle de presupuesto del cableado del sistema de alimentación.

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio [€]	Mano de obra [€]	Importe [€]
CU RV-0,6/1KV 1X6	m	6020	0,52	7,04	45511,2
Cableado de alimentación para alumbrado público montado en cobre con sección 1x6 mm², aislamiento PVC, tensión asignada RV-0,6/1 kV y comprendiendo instalación subterránea.					
RV-K 4x2.5	m	832	0,6	2,8	2828,8
Cableado de circuito interno para báculos y columnas, montado en cobre con sección 2,5 mm², aislamiento de PVC y tensión asignada 0,6/1 kV. Comprende instalación y montaje.					
					48340

· Puesta a tierra

Detalle de presupuesto de la puesta a tierra de la instalación.

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio [€]	Mano de obra [€]	Importe [€]
CU 1X35 A/V	m	18	2,4	4,02	115,56
Cableado de puesta a tierra de electrodos, montado en cobre con sección 35 mm² y con distintivo de color verde y amarillo. Comprende instalación y montaje.					
H07V-R 16 A/V RÍGIDO	m	1405	0,91	5,1	8444,05
Cableado de red equipotencial para puesta a tierra, montado en cobre con sección 16 mm², tensión asignada de 750 V, composición rígida y distintivo de color verde y amarillo. Comprende instalación subterránea, canalizado y montaje.					
H07 V-K 16 A/V FLEXIBLE	m	120	0,8	3,67	536,4
Cableado de puesta a tierra de las masas, montado en cobre con sección 16 mm², tensión asignada 450/750 V, composición flexible y distintivo de color verde y amarillo. Comprende instalación y montaje.					
Electrodo	ud	18	6,7	1	138,6
Electrodos de acero galvanizado de cobre con sección de 14,3 mm y longitud de 2 m					
					9234,61

· Telegestión

Detalle de presupuesto de sistema de telegestión.

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio [€]	Montaje [€]	Importe [€]
STARNC LFC 7065/00	ud	1	2090	500	2590
Controlador del segmento con comando de hasta 100 unidades de OLC. Comprende instalación y montaje.					
BIALON PC-03 PHASE COUPLER DIN-RAIL 92F	ud	1	165	105	270
Acoplador de fases con IP20. Comprende instalación y montaje.					
Router HR4110 UMTS/HSDPA/GPRS+IPSEC	ud	1	980	75	1055
Router GPRS montado con antena integrada y conector RJ45.Comprende instalación y montaje.					
OLC LLC7040/00 1-10V 220-240V 50/60Hz	ud	64	164	8	11008
Controlador de luminaria montado para 150W. Comprende instalación y montaje.					
HID Dyna Vision 1-10V	ud	64	40	8	3072
Balasto electrónico para HM y VSAP 150 W. Comprende instalación y montaje.					
					17995

· Alumbrado público

Detalle de presupuesto de los elementos del alumbrado público.

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio [€]	Montaje [€]	Importe [€]
MS 1G 10 Salidas	ud	1	5338,72	2000	7338,72
Centro de mando montado en acero inoxidable 2 mm con calidad AISI 304L, IP55, IK10 y con 4 puertas de acceso. Integra elementos de protección y mando definidos por interruptor general, contactores tetrapolar, interruptore automáticos omnipolares, interruptores diferenciales y magnetotérmicos unipolares. Comprende instalación, montaje y puesta a tierra.					
Báculo 10 m de 2 Brazos	ud	24	397,47	200	14339,28
Báculo de 2 brazos para luminarias montado en carbono A-360 B, galvanizado y recubrimiento. Protección IP44 e IK10. Altura máxima 10 m. Pletina interior para fijación de conexiones, puerta de registro a 2 m de altura, tornillo de puesta a tierra y placa de anclaje. Comprende instalación y montaje.					
Columna 6 m EU. MOD. CEU 6763	ud	16	210	125	5360
Columna para luminarias montada en carbono A-360 B, galvanizado y recubrimiento. Protección IP44 e IK10. Altura máxima 6 m. Pletina interior para fijación de conexiones, puerta de registro a 2 m de altura, tornillo de puesta a tierra y placa de anclaje. Comprende instalación y montaje.					
ARAMIS R1543 HM150W	ud	40	169,42	180	13976,8
Luminaria peatonal montada en capó de aluminio embutido, corona metálica, bloque óptico de aluminio anodizado y protector de vidrio curvado. Protección Clase I, IP66, IP44 e IK8. Alojamiento de HM 150 W. Comprende instalación y montaje.					

ZAFIRO R1963 SAP150W	ud	24	161,42	175	8074,08
Luminaria calzada montada en aluminio inyectado L2521, bloque óptico de aluminio anodizado y protector de vidrio curvado. Protección Clase I, IP66 e IP44 e IK8. Alojamiento de VSAP 150 W. Comprende instalación y montaje.					
MASTER CITY WHITE CDO TT 150W	ud	40	33,2	10	1728
Lámpara de halogenuro metálico 150 W montada en tubo de descarga cerámico, bulbo tubular transparente y casquillo E40. Comprende instalación y montaje					
MASTER SON PIA 150W	ud	24	16,54	10	636,96
Lámpara de vapor sodio a alta presión 150 W montada en tubo de descarga cerámico, bulbo tubular transparente y casquillo E40. Comprende instalación y montaje.					
COFRED 1468_M CLAVED	ud	40	9,62	4,5	564,8
Caja de conexión montada en poliester con fibra de vidrio. Protección térmica E e IP44. Bornes de latón estañado. Comprende instalación y montaje.					
Fusible 6 10X38	ud	128	1	0,5	192
Fusible cilíndrico 10x38. Comprende instalación					
					49280,88

· Tramitaciones

Detalle de presupuesto de certificados, inspecciones y legislación necesaria para la puesta en marcha de la instalación.

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio [€]	Importe [€]
Ejecución y legalización	ud	1	1395	1395
Inspección inicial	ud	1	350	350
				1745

# Memoria del proyecto

*Documentación*  
*Puesta en servicio*  
*Verificaciones e inspecciones*  
*Mantenimiento*  
*Gestión de ejecución*  
*Mejoras*  
*Conclusión*



7.1. DOCUMENTACIÓN.

En cumplimiento con la normativa vigente y bajo las prescripciones del artículo 18 del REBT, toda instalación debe presentar la documentación técnica oficial requerida para obtener los privilegios de ser legalmente puesta en servicio así como procesar la tramitación administrativa ante el órgano competente de la administración.

Según el precepto de la instrucción de baja tensión ITC-BT-04 en su apartado 3, las circunstancias del proyecto de un alumbrado público exterior con una potencia superior a los 5 kW se elaborará siguiendo las instrucciones que precisen de proyecto, la instalación al contemplar una potencia de 13 kW debe presentar un estudio extenso y pormenorizado de la memoria de ejecución como la aquí expuesta además de una documentación oficial mas compleja.

La memoria del proyecto debe adjuntar según normativa,

- Datos relativos al propietario;
- Emplazamiento, características básicas y uso al que se destina;
- Características y secciones de los conductores a emplear;
- Características y diámetros de los tubos para canalizaciones;
- Relación nominal de los receptores que se prevean instalar y su potencia, sistemas y dispositivos de seguridad adoptados y cuantos detalles sean necesarios de acuerdo con la importancia de la instalación proyectada y para que se ponga de manifiesto el cumplimiento de las prescripciones del Reglamento y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Esquema unifilar de la instalación y características de los dispositivos de corte y protección adoptados, puntos de utilización y secciones de los conductores.
- Croquis de su trazado;
- Cálculos justificativos del diseño.

Un conjunto de planos capaces de detallar en su conjunto la situación y desarrollo del proyecto.

Una vez finalizadas las obras y verificadas las condiciones de la instalación, se llevará a cabo la emisión de un certificado de instalación ejecutado por personal autorizado y en cumplimiento con la administración comprendiendo,

- a) los datos referentes a las principales características de la instalación;
- b) la potencia prevista de la instalación.;
- c) en su caso, la referencia del certificado del Organismo de Control que hubiera realizado con calificación de resultado favorable, la inspección inicial;
- d) identificación del instalador autorizado responsable de la instalación;
- e) declaración expresa de que la instalación ha sido ejecutada de acuerdo con las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y, en su caso, con las especificaciones particulares aprobadas a la Compañía eléctrica, así, según corresponda, con el Proyecto o la Memoria Técnica de Diseño.

Finalmente el organismo de la Comunidad de Madrid otorgará la aprobación bajo la emisión de,

- inscripción en el registro;
- certificado de instalación;
- memoria del proyecto;
- certificado de dirección de obra;
- certificado de inspección inicial.

7.2. PUESTA EN SERVICIO.

Procesada la verificación del estado y configuración del alumbrado por parte de los mecanismos competentes y adquiridos todos los certificados pertinentes según la legislatura actual, el Ayuntamiento de Getafe como titular de la instalación deberá solicitar a la empresa suministradora la concesión del abastecimiento de energía.

Iberdrola, como empresa suministradora del área de ejecución, se verá en el derecho de realizar todas las verificaciones que considere oportunas, amparadas por la REBT, con el fin de ratificar in situ el cumplimiento de las prescripciones del reglamento.

En acuerdo s los resultados obtenidos, ambas partes extenderán un acta con la finalidad de hacer constar cada una de las comprobaciones, tanto si han sido aprobadas como desechadas, poniéndose en conocimiento al órgano competente de la Comunidad de Madrid.

7.3. VERIFICACIONES E INSPECCIONES.

En cumplimiento con los artículos 18 y 20 del REBT, el proyecto cursará unos ejercicios de verificaciones previas a la puesta en servicio del mismo así como inspecciones de las instalaciones eléctricas a fin de asegurar todo cumplimiento de la normativa vigente y dotar a la instalación de todos los certificados necesarios ante los organismos y administraciones competentes.

Tanto las verificaciones como las inspecciones serán realizadas por empresas y operadores autorizados para el alumbrado exterior como mecanismos de control.

La instalación asegurará el cumplimiento de la base de las prescripciones que establezca el reglamento bajo su documentación técnica.

El organismo de control emitirá un certificado con la configuración de los datos de identificación, su clasificación, la relación de los posibles defectos y la calificación del proyecto ya sea favorable, condicionada por algún defecto o negativa si el defecto es muy grave.

· Verificaciones

La instalación verificará cada una de sus características previas a su puesta en servicio según la norma UNE 20.460-6-61.

· Inspecciones

Como medida de seguridad y aprobación, el organismo de control llevará a cabo una inspección inicial previa a la puesta en servicio y una serie de inspecciones periódicas a modo de control.

Debido a que valor de la potencia del proyecto supera los 5 kW se ejecutará previamente al ejercicio de documentación y de la puesta en marcha, una inspección inicial de toda la instalación de forma obligatoria y a través del organismo, manteniendo el deber de cumplir con todas las especulaciones expuestas por el operador.

Tras la puesta en marcha se llevará a cabo inspecciones con un periodo comprendido de 5 años.

7.4. MANTENIMIENTO.

Todas y cada una de las prescripciones calculadas o expuestas en las hojas técnicas que dotan a la instalación de una capacidad de operación de modo eficiente a lo largo del tiempo dependerán de forma directa del deterioro de los materiales y sus condiciones de trabajo.

El alumbrado público debe permitir la visibilidad nocturna en cada una de las zonas previstas en el estudio de su instalación proporcionando la seguridad suficiente a los usuarios y ofreciendo una comodidad en el empleo de las zonas.

La importancia del mantenimiento de cada una de las partes de la instalación condiciona por tanto al ejercicio final de iluminación reflejando de forma directa las perjuicios tanto en el perfil energético como en el económico.

La característica de mantenimiento implementada en el conjunto gracias a la selección de cada uno de los agentes que participan en el proceso de trabajo otorga al proyecto de un factor de conservación alto, como se puede observar detallado en el estudio lumiotécnico, lo que se traduce en una menor necesidad de actuación y por tanto un alumbrado más efectivo. No obstante y como recomendación, en manos del titular de la línea queda la potestad de optimizar las capacidades del emplazamiento mediante el plan de un mantenimiento preventivo y correctivo.

· Mantenimiento preventivo

Se procesará un ejercicio de revisión periódica de cada uno de los elementos de la instalación a fin de evitar averías o fallos a tiempo de que no produzcan daños o paradas de la alimentación. Para ello un personal autorizado deberá ejecutar un inventario y un plan de mantenimiento incluyendo la gestión de recambios de manera que asegure la inspección y comprobación de,

- Soportes.
- Luminarias.
- Lámparas.
- Sistema de arranque y programación.
- Red eléctrica.
- Efectos lumínicos.

· Mantenimiento correctivo.

Una vez completado el mantenimiento preventivo, un equipo de operarios autorizados para ello realizarán las tareas de reparación de averías e incidencias del sistema, asegurando la sustitución y recambio de,

- Lámparas.
- Luminarias.
- Sistema de arranque y programación.
- Sistema de cableado.
- Elementos de protección.

Gracias a la implementación del sistema de telegestión, la instalación queda en continua monitorización con el servicio de recogida de datos que además de cada una de las ventajas que esto ofrece, y que se detallan en la memoria, dota de una red de control individual sobre cada foco de iluminación y por consiguiente sobre la alimentación al completo, sensibilizando a tiempo real el estado de todo el conjunto y obteniendo información de errores, fallos o discapacidades en los límites de alumbrado prefijados.

El sistema Starsense gestiona el mantenimiento mediante el proceso de un inventario gráfico, un almacenamiento de los datos obtenidos y la generación de informes de estado. El control de mando recibe información de órdenes de trabajo, avisos de pedidos e inspecciones, gestión de actuaciones y certificaciones.

La telegestión del proyecto genera una reducción del mantenimiento y los fallos individuales, abasteciendo de una vida útil mas prolongada.



7.5. GESTIÓN DE EJECUCIÓN.

El tiempo de ejecución del desarrollo del proyecto se extiende a lo largo de 29 días hábiles en función del equipo especializado de montaje e instalación.  
En cumplimiento con el artículo 22 del reglamento eléctrico de baja tensión, todo operario que realice, mantenga o repare un trabajo en el emplazamiento deberá cumplir con la autorización pertinente y obligatoria según la legislación actual.

La certificación de cualificación de los instaladores será presentada y admitida por los organismos competentes.

Se asegurará además el cumplimiento de todas las prescripciones de seguridad y disposiciones de salud individuales y colectivas de cada trabajador. Anexadas a la memoria de estudio se adjunta el pliego de condiciones reglamentarias de obligado cumplimiento y proceso de trabajo.

De igual manera toda actividad de transporte, distribución, suministro o disposición de los trabajos a realizar se pautarán según la normalización a tal efecto.

La exposición e instalación de cada material se encuentra homologado y aprobado para su uso.

La materialización y procesado del proyecto se realiza bajo un estudio de optimización del tiempo en función del equipo de trabajo responsable de cada área y del número de operarios máximo necesarios para llevarlo a cabo. Amén de las características del emplazamiento y de los métodos de trabajo, la estimación mas responsable de ejecución de la totalidad del proyecto presentada es la siguiente:

Señalización y replanteo de obra	→	2 días	→	Ingeniería
Demolición y movimientos de tierra	→	17 días	→	C+P+Pesp
Firmes y pavimentos	→	15 días	→	C+O1 <sup>a</sup> +P+CuF+CuA
Alumbrado público	→	20 días	→	O1 <sup>a</sup> +O2 <sup>a</sup> +P+CuA
Señalización	→	2 días	→	C+O1 <sup>a</sup> +P
Limpieza, remates y fin de obra	→	3 días	→	O1 <sup>a</sup> +P

- C = capataz
- P = peón ordinario
- Pesp = peón especializado
- O1<sup>a</sup> = Oficial de primera
- O2<sup>a</sup> = Oficial de segunda
- CuA = Cuadrilla A (Oficial primera + ayudante + ½ peón ordinario)
- CuF = Cuadrilla F (Oficial segunda + peón ordinario)

El estudio de ejecución se completa con el timing gráfico adjuntado en los anexos de la memoria, tejiendo un calendario lógico de trabajo adaptado y optimizado a las necesidades de la instalación.

7.6. MEJORAS.

El proyecto se ha desarrollado bajo un diseño lógico, eficiente y a disposición del usuario, pero siempre bajo los pretextos y pliegos expuestos por el Ayuntamiento de Getafe.

La elección de materiales se ha realizado cumpliendo todas las prescripciones reglamentarias y delimitado por las condiciones económicas, estéticas y futuras del cliente.

Como se ha demostrado a lo largo de la memoria, se ha conseguido optimizar al máximo el proyecto bajo todo cumplimiento tanto por el agente contratante como por los agentes legales y administrativos, no obstante a modo particular y bajo el punto de vista exclusivamente ingeniero presento una serie de propuestas a modo de mejora que a lo largo del tiempo podrían dotar a la instalación de unas condiciones superiores.

· LED

La implementación de lámparas tipo LED en el alumbrado del proyecto es expuesto y propuesto como solución pero es desestimado por el Ayuntamiento de Getafe alegando como principal inconveniente la disconformidad que supone afrontar el gasto inicial para esta tecnología, y mostrando además cierta desconfianza hacia su eficiencia y el uso de técnicas nuevas.

Mi principal propuesta, de modo alternativo a la proyección de la instalación y de procedimiento ajeno a las condiciones impuestas por el cliente, es la de la sustitución de las lámparas de halogenuro metálico y de vapor de sodio a alta presión por componentes LED.

El coste de la instalación de tecnología LED continúa suponiendo un gasto inicial superior al de cualquier otro tipo de lámpara, pero según los estudios las ventajas que ofrecen los dispositivos frente al resto de tipos de lámparas que actualmente suponen casi la totalidad de uso en alumbrado público confeccionan un gasto inicial rentable en un periodo máximo de 4 años.

La vida media de un LED se estima en torno a las 50.000 horas, lo que supone aproximadamente una vida 5 veces superior a las 12.000 horas del halogenuro metálico y las 8.000 horas del vapor de sodio. Esto se traduce directamente sobre nuestro proyecto en una reducción de dimensiones importantes del mantenimiento, recambio y un ahorro en los costes que ello supone. Sobre el terreno, por la fisionomía del LED y su degradación con el paso del tiempo traduciéndose en una reducción gradual de la emisión de luz, se suele sustituir cuando alcanzan el 80% de su vida estimada. El resultado final es una sustitución del LED cada 5-8 años frente a una sustitución media del resto de lámparas cada 1-2 años.

El consumo de la tecnología LED frente a un alumbrado tradicional como el instalado genera una disminución del consumo al 20-30%, lo que en un proceso medido en un espacio temporal de un espectro anual con el coste vigente de la energía variable entre 0,14 €/kWh y 0,16 €/kWh supone un ahorro económico muy importante.

Ventajas que añaden por consecuencia beneficios frente al medio ambiente por la minimización de las emisiones de CO2, así como la ausencia de materiales compuestos por mercurio o metales pesados perjudiciales, añadiendo la conveniencia de los estamentos europeos y nacionales frente a los acuerdos de reducción de contaminantes al aire.

De forma complementaria, el LED dota a la instalación de una luz direccional, de unas características luminotécnicas optimizables, de una mayor facilidad de manipulación por su funcionamiento frío y de la seguridad de su mejor rendimiento al trabajar en unas condiciones de temperatura nocturnas.

Por todo ello y a pesar de la necesidad de generar un gasto inicial mayor, considero que con una rentabilidad temprana de 2 años a 4 años máximo y en función de una vida útil de la instalación lógica a largo plazo, la implementación de la tecnología LED supone no solo una mejora en ésta instalación si no que me atrevería a decir el actual futuro de la iluminación de alumbrado público.

· Reparto de líneas

La previsión futura necesaria por el Ayuntamiento de Getafe frente a la posibilidad de variaciones estructurales urbanas o el crecimiento natural del uso tanto de las vías de calzada como peatonales han derivado en el diseño sobredimensionado de protecciones, conductores y sobre todo disponibilidad de potencia instalada por parte del cuadro de maniobra.

Dado que desde el punto de vista productivo y económico no es la opción mas óptima para la generación de una memoria, cabe destacar la posibilidad matemática de mejora para las condiciones ideales actuales.

· Calidad ambiental

Según el estudio previo realizado en el área proyectada, las condiciones de calidad ambiental son aceptables. A modo preventivo, o correctivo si según el crecimiento de uso de la vía de tráfico rodado con el paso del tiempo aumenta hasta alcanzar niveles acústicos que obliguen a someter a la zona a una reducción de su calidad ambiental, se propone la idea de una ampliación de la pantalla acústica mediante el aumento de árboles en las áreas donde sea posible.

La solución no solo reduciría la contaminación acústica en un hábitat residencial si no que además introduciría un ambiente más verde y agradable para el usuario.

7.7. CONCLUSIÓN.

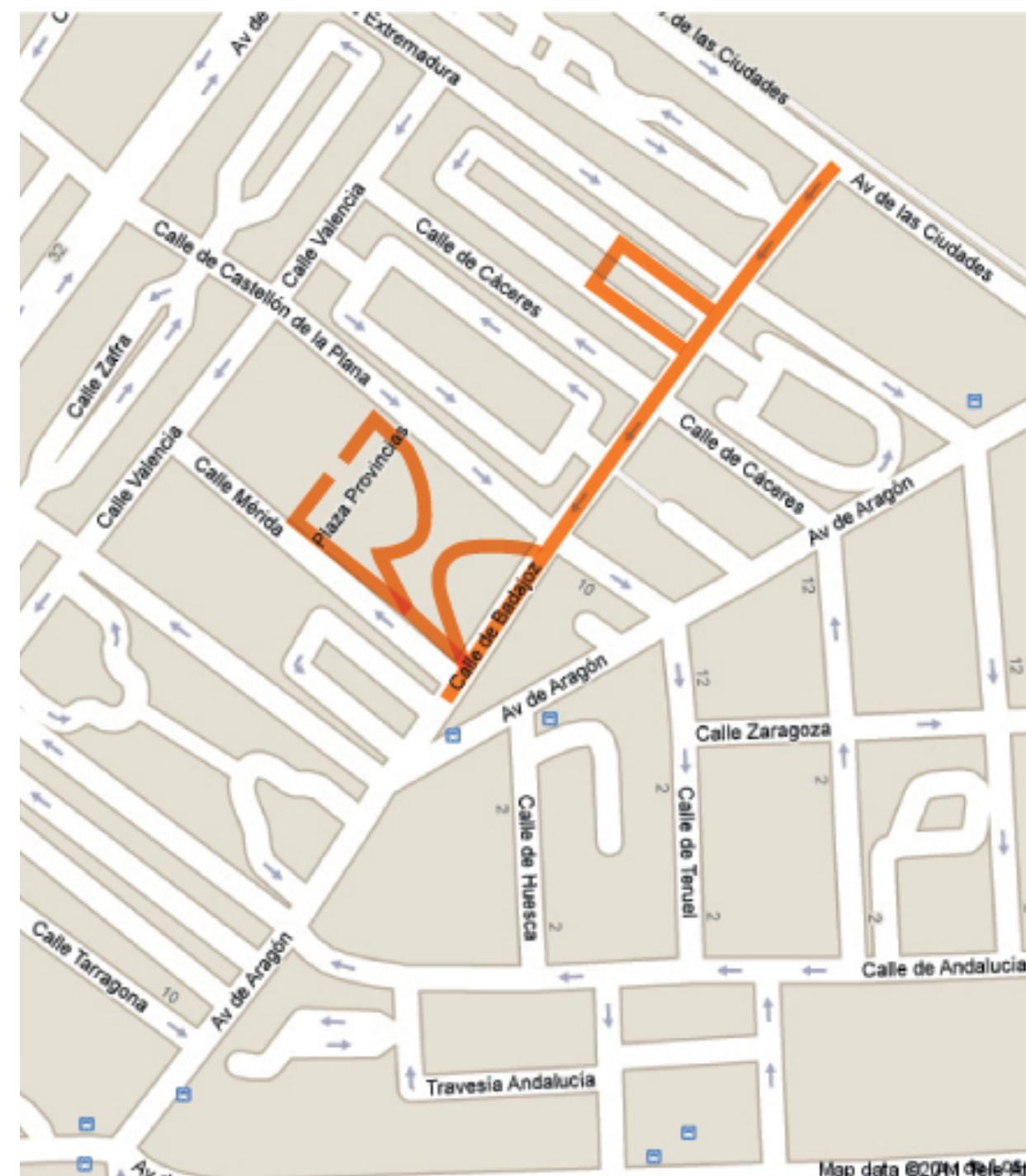
El ingeniero industrial eléctrico autor y responsable del estudio, cálculo y ejecución del proyecto presentado concluye con la seguridad de la realización de una instalación efectiva y eficiente.


La memoria expuesta describe, define y justifica con suficiencia la disposición, uso, características técnicas y ejecución de las obras.

Cada documento integrado asegura el cumplimiento de toda normativa y legislación vigente involucrada en el estudio, así como la totalidad del pliego expuesto por el Excelentísimo Ayuntamiento de Getafe.

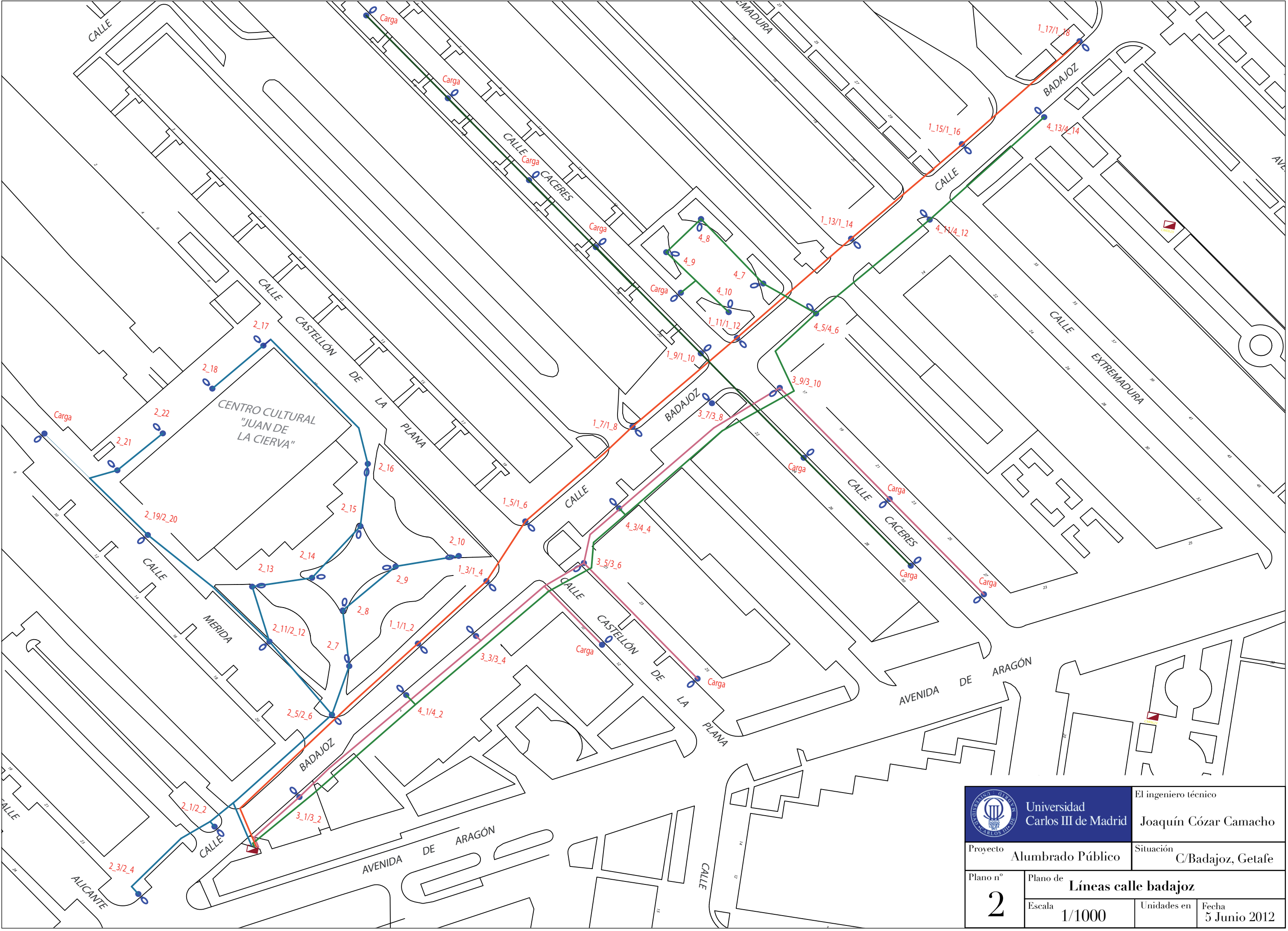
## Anexo I: Planos

- Situación*
- Líneas de distribución*
- Soportes*
- Diagrama unifilar*
- Distribución de cargas I*
- Distribución de cargas II*
- Canalizaciones*
- Toma de tierra*
- Cimentación*
- Arquetas*

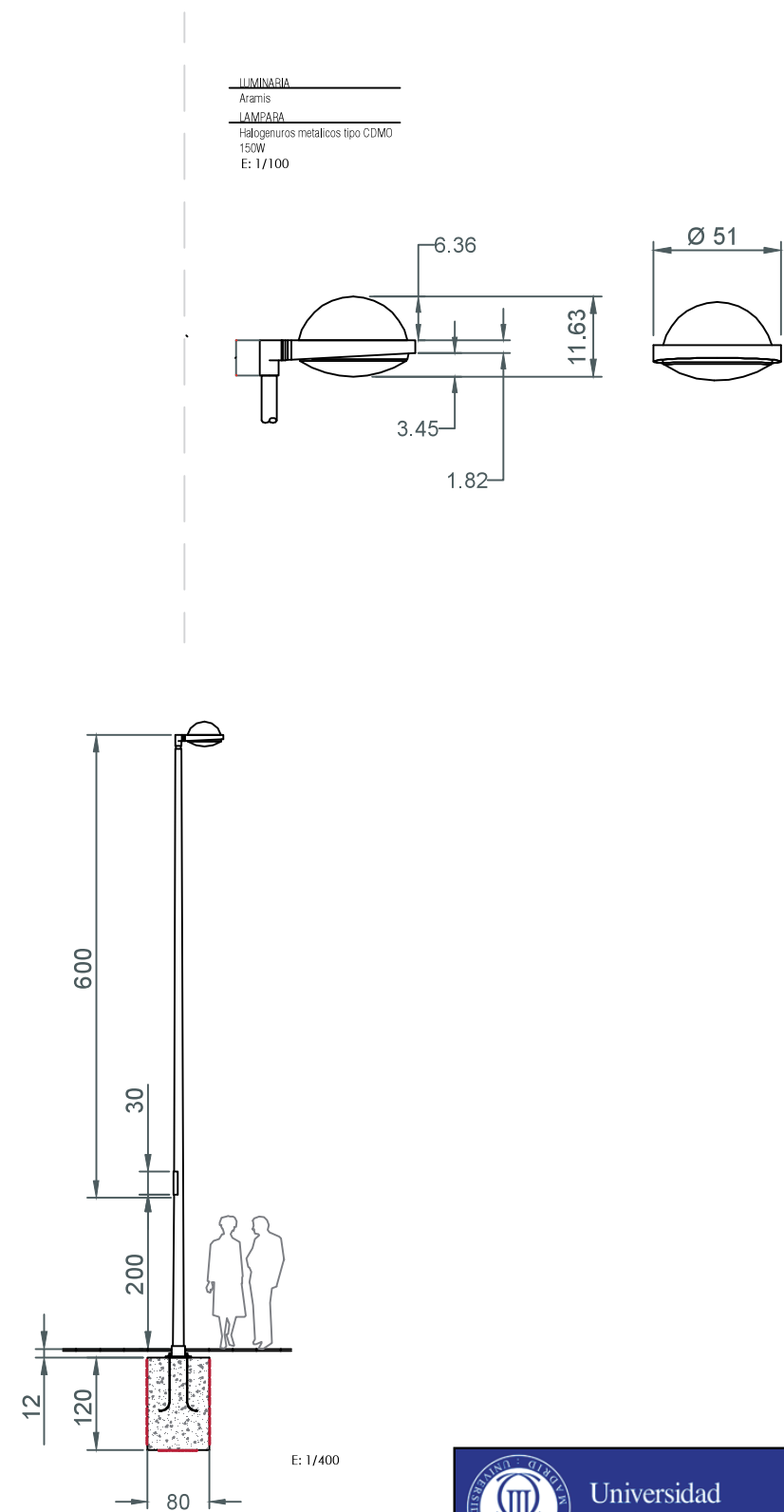



 Universidad Carlos III de Madrid		El ingeniero técnico	
Proyecto Alumbrado Público		Joaquín Cózar Camacho	
Plano nº 1		Situación C/Badajoz, Getafe	
Plano de Situación		Unidades en	
Escala 1/500.000		Fecha 5 Junio 2012	
1/100.000			



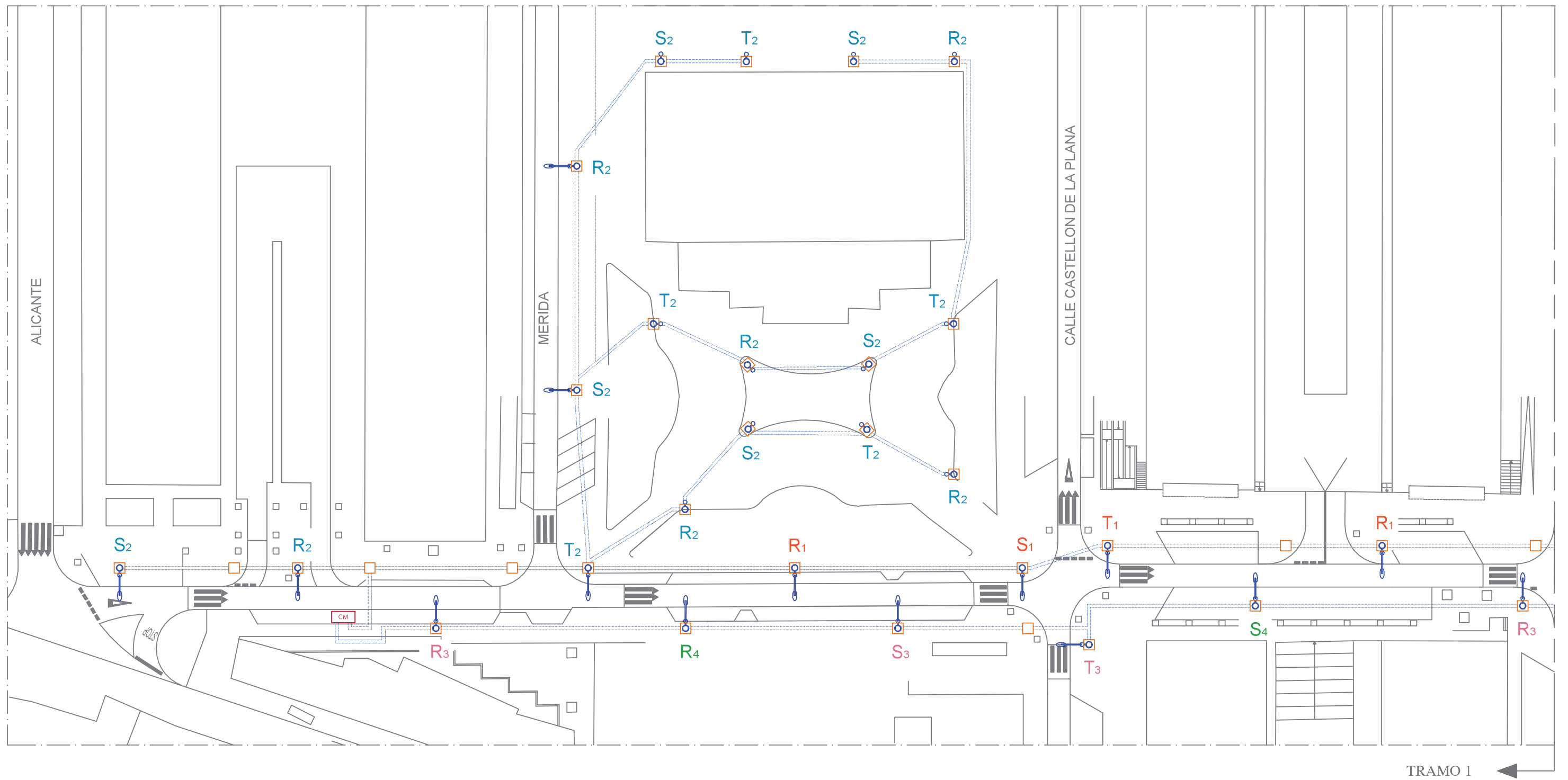


 Universidad Carlos III de Madrid		El ingeniero técnico Joaquín Cózar Camacho	
Proyecto Alumbrado Público		Situación C/Badajoz, Getafe	
Plano n°  2	Plano de Líneas calle badajoz		
	Escala 1/1000	Unidades en	Fecha 5 Junio 2012



 <div> <div>Universidad</div> <div>Carlos III de Madrid</div> </div>		El ingeniero técnico  <b>Joaquín Cózar Camacho</b>	
Proyecto <b>Alumbrado Público</b>		Situación <b>C/Badajoz, Getafe</b>	
Plano n°  <b>3</b>	Plano de <b>Báculos</b>		
	Escala <b>1/400 1/100</b>	Unidades en <b>cm</b>	Fecha <b>5 Junio 2012</b>

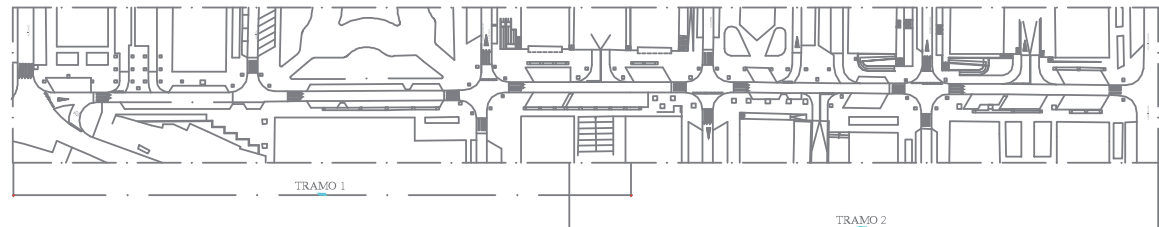




TRAMO 1

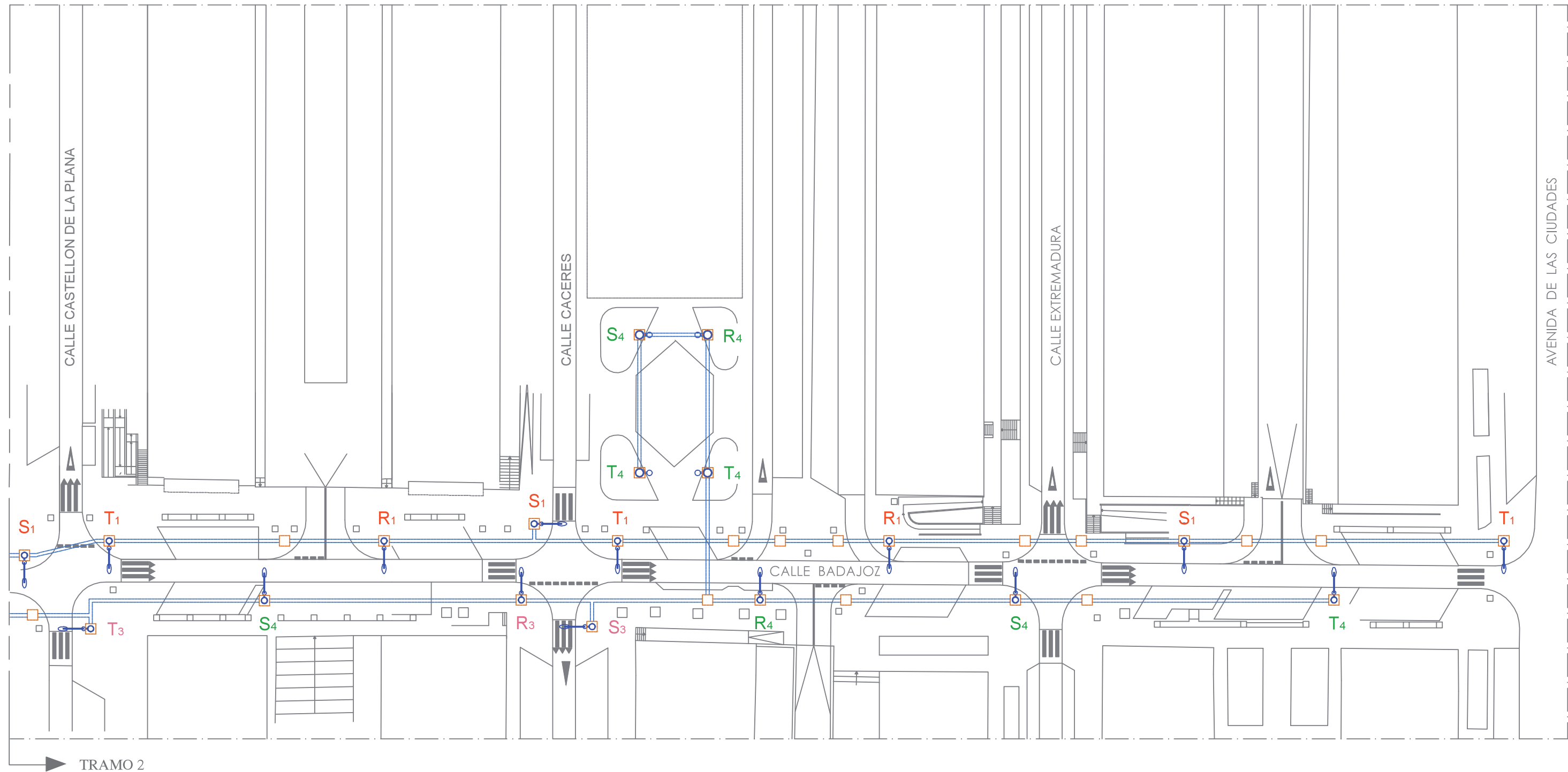
LEYENDA

	CANALIZACIÓN PARA RED DE ALUMBRADO PÚBLICO 2 TUBOS + 1 DE RESERVA
	CENTRO DE MANDO
	COLUMNA PEATONAL CON LUMINARIA ARAMIS GETAFE Y LÁMPARA H.M. 150 W
	FAROLA DE CALLE CON LUMINARIA ZAFIRO Y LÁMPARA SON-PIA 150 W (CALZADA) Y LUMINARIA ARAMIS CON H.M. 150 W (ACERAS)
	ARQUETAS BÁCULOS
	DISTRIBUCIÓN DE CARGAS POR FASE Y CIRCUITO



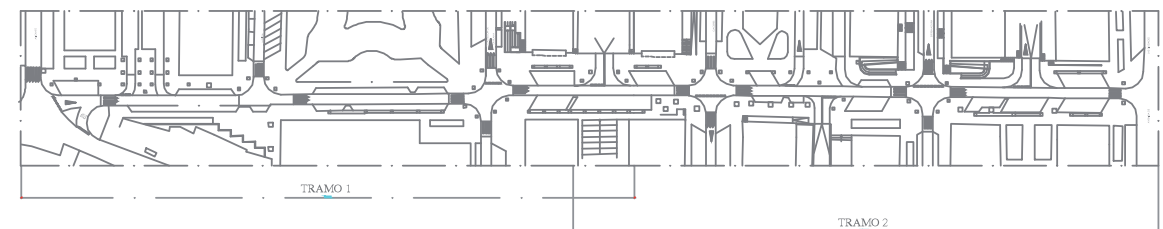
		El ingeniero técnico Joaquín Cózar Camacho	
Proyecto Alumbrado Público		Situación C/Badajoz, Getafe	
Plano nº	Plano de	Distribución de cargas	
5.1	Escala 1/600		
		Unidades en	Fecha 5 Junio 2012





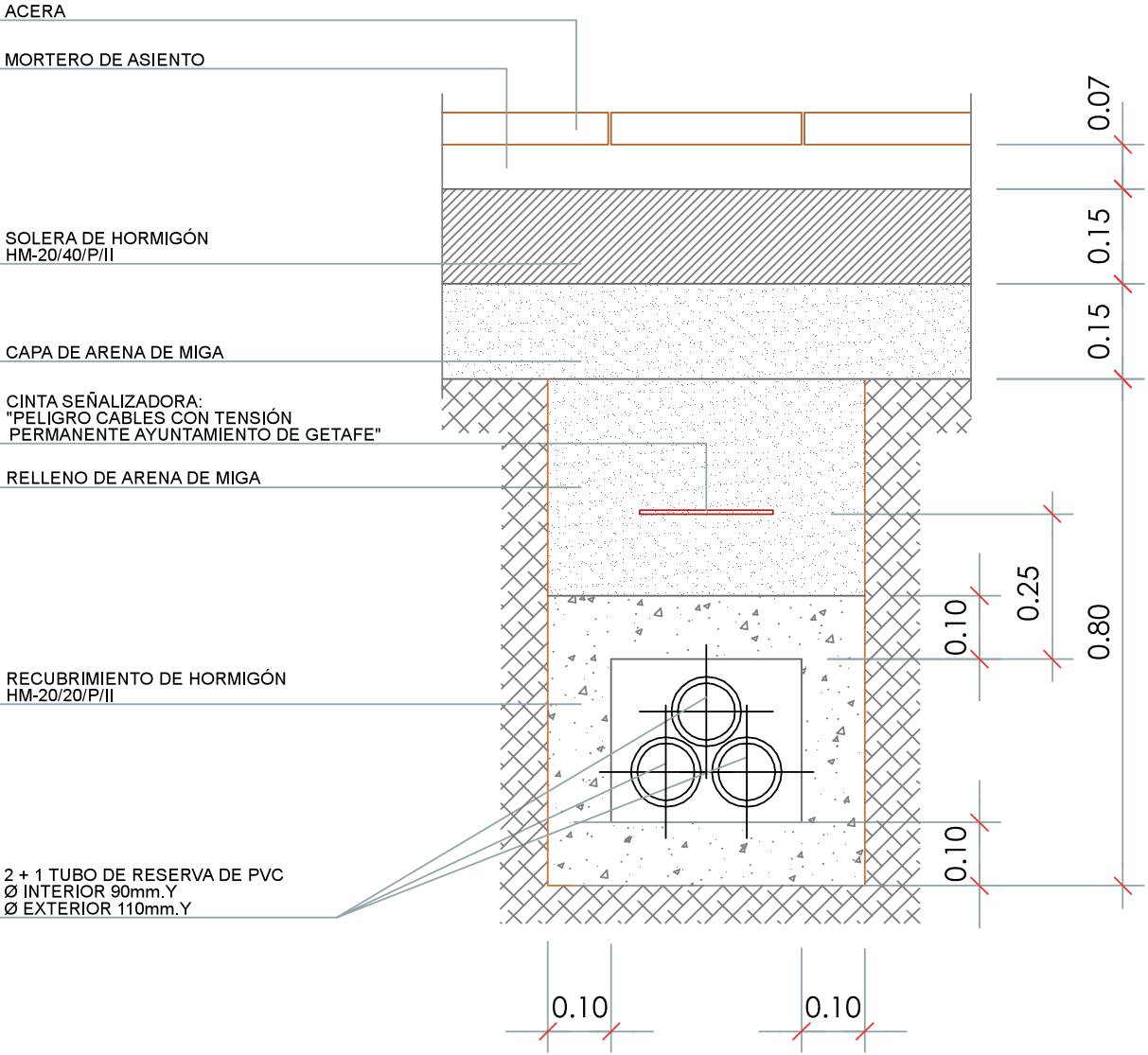
LEYENDA

- CANALIZACIÓN PARA RED DE ALUMBRADO PÚBLICO 2 TUBOS + 1 DE RESERVA
- CM CENTRO DE MANDO
- COLUMNA PEATONAL CON LUMINARIA ARAMIS GETAFE Y LÁMPARA H.M. 150 W
- FAROLA DE CALLE CON LUMINARIA ZAFIRO Y LÁMPARA SON-PIA 150 W (CALZADA) Y LUMINARIA ARAMIS CON H.M. 150 W (ACERAS)
- ARQUETAS BÁCULOS
- R/S/T<sub>n</sub> DISTRIBUCIÓN DE CARGAS POR FASE Y CIRCUITO

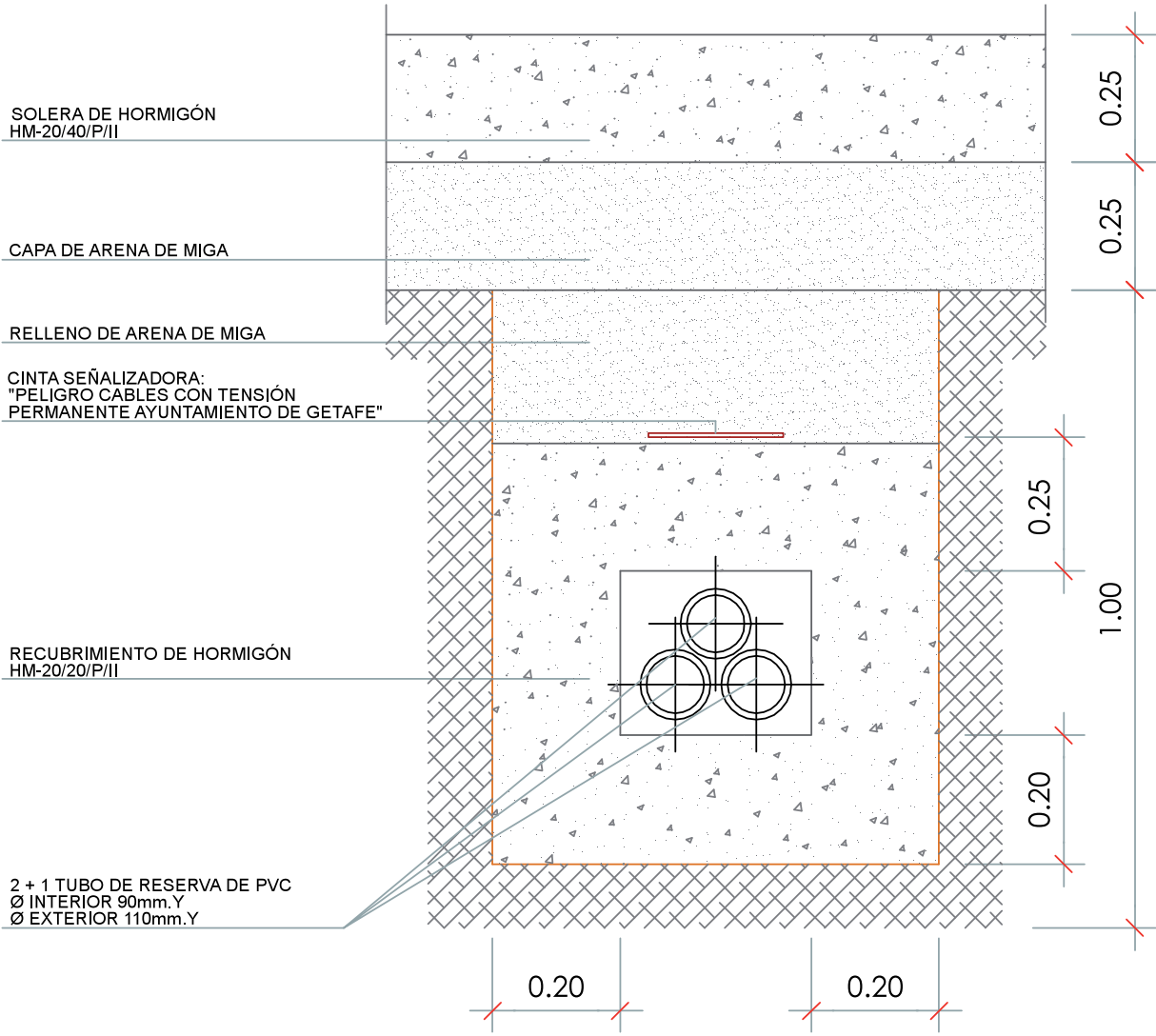


 <div>Universidad Carlos III de Madrid</div>		El ingeniero técnico  Joaquín Cózar Camacho	
Proyecto Aluminado Público		Situación C/Badajoz, Getafe	
Plano nº	Plano de Distribución de cargas		
5.2	Escala	1/600	Unidades en
			Fecha 5 Junio 2012

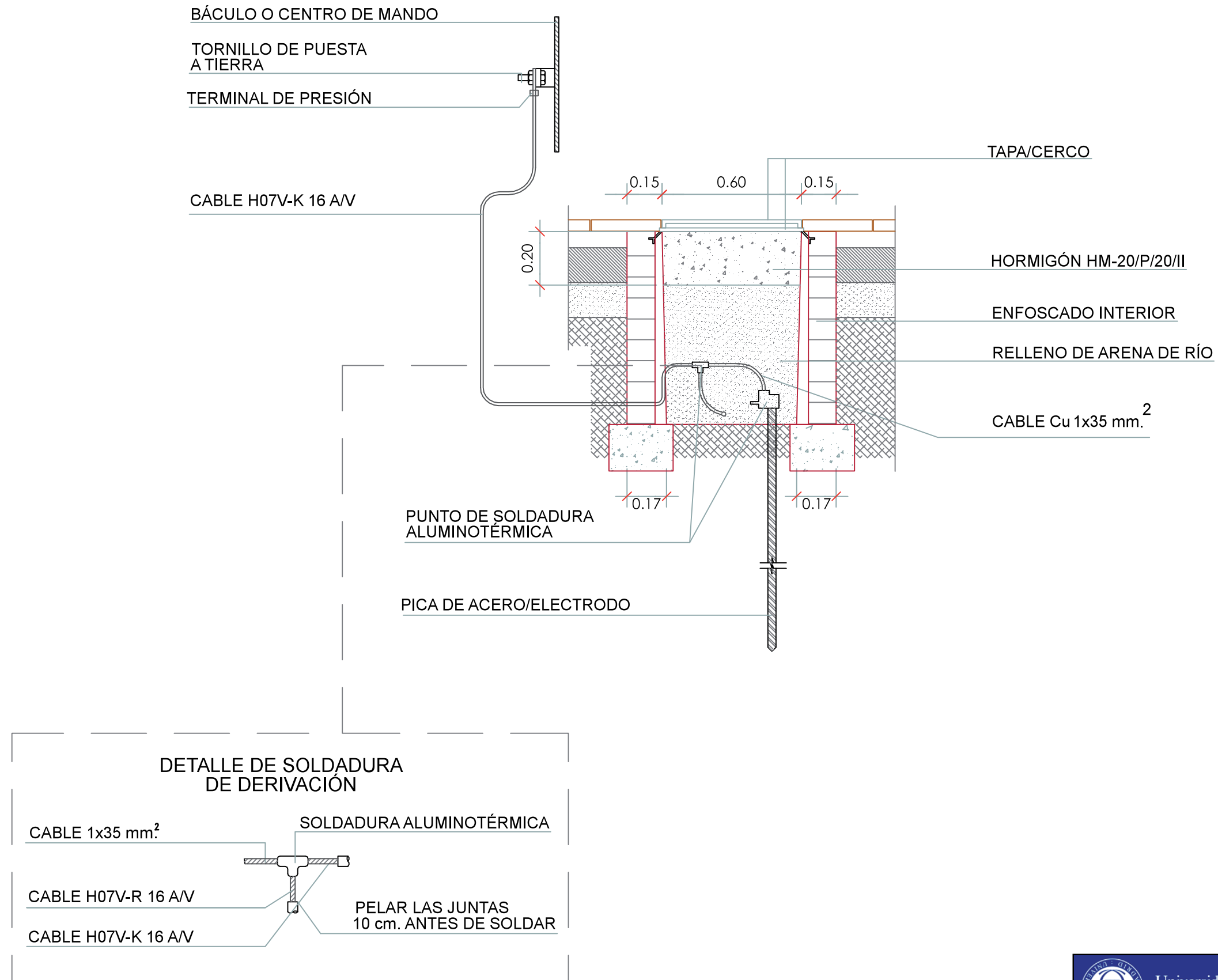
CANALIZACIÓN SUBTERRANEA BAJO ZONA PEATONAL




CANALIZACIÓN SUBTERRANEA BAJO ZONA DE CALZADA

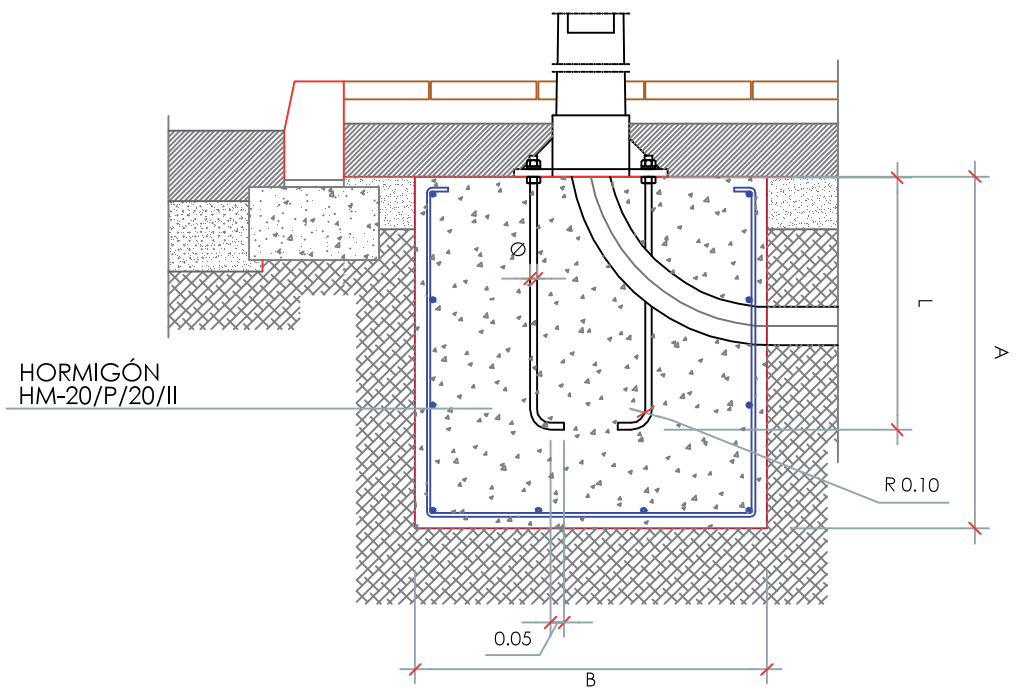


 Universidad Carlos III de Madrid		El ingeniero técnico Joaquín Cózar Camacho	
Proyecto Alumbrado Público		Situación C/Badajoz, Getafe	
Plano n°  6	Plano de  Canalizaciones		
	Escala  1/10	Unidades en  metros	Fecha  5 Junio 2012

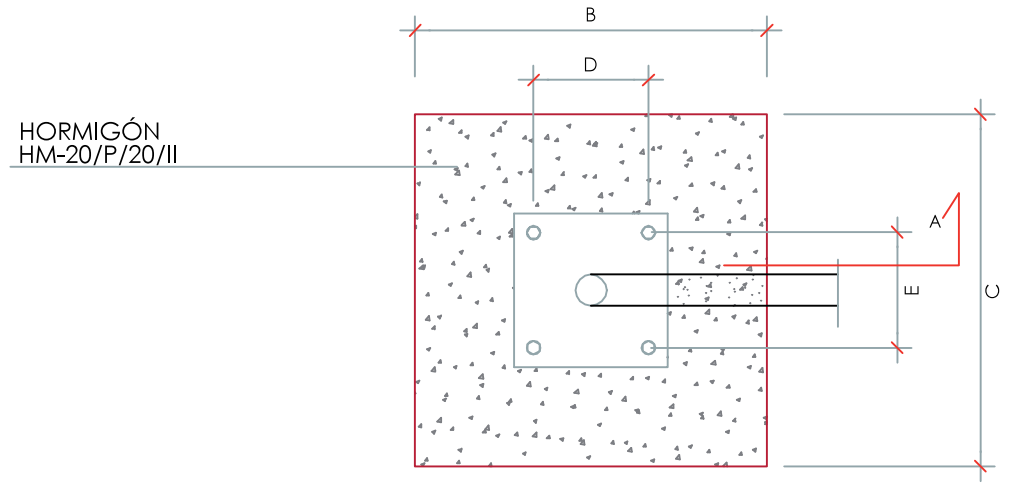


		El ingeniero técnico	
Universidad Carlos III de Madrid		Joaquín Cózar Camacho	
Proyecto Alumbrado Público		Situación C/Badajoz, Getafe	
Plano nº	Plano de Toma de tierra		
7	Escala 1/20	Unidades en metros	Fecha 5 Junio 2012

ALZADO



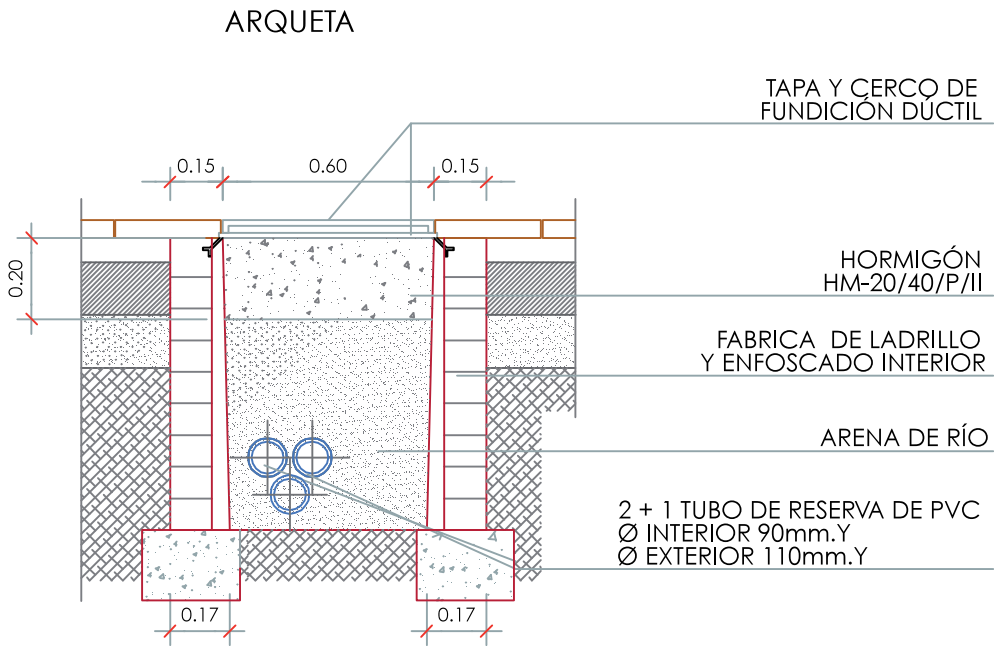
PLANTA



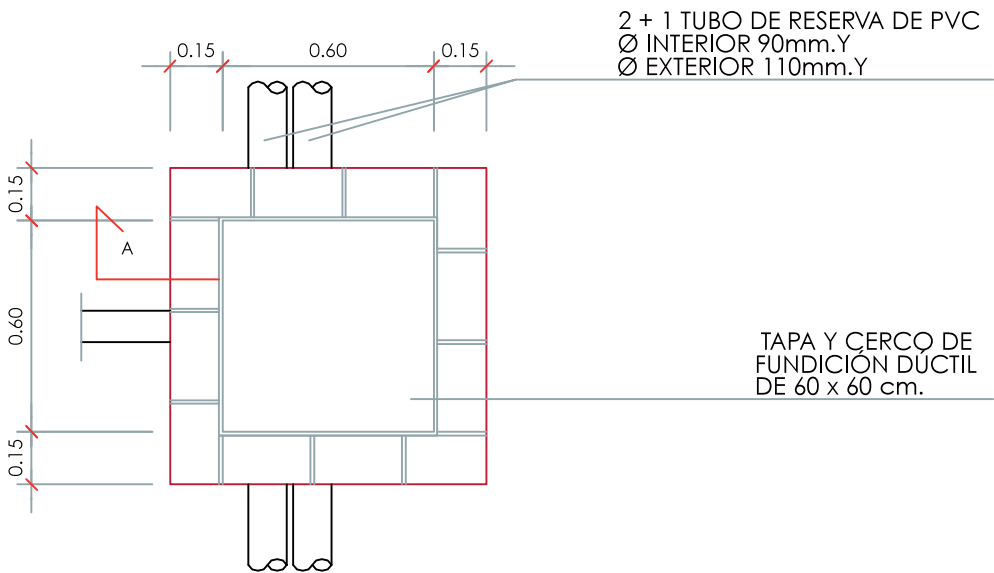
TIPO	DIMENSIONES EN CENTIMETROS						
SOPORTE	A	B	C	L	D	E	Ø
COLUMNA O BACULO 6 m.	100	80	80	70	28,5	28,5	2"
COLUMNA O BACULO 10 m.	120	100	100	70	28,5	28,5	

 <div>Universidad Carlos III de Madrid</div>		El ingeniero técnico  Joaquín Cózar Camacho	
Proyecto Alumbrado Público		Situación C/Badajoz, Getafe	
Plano n°  8	Plano de Cimentación		
	Escala 1/20	Unidades en metros	Fecha 5 Junio 2012

ALZADO



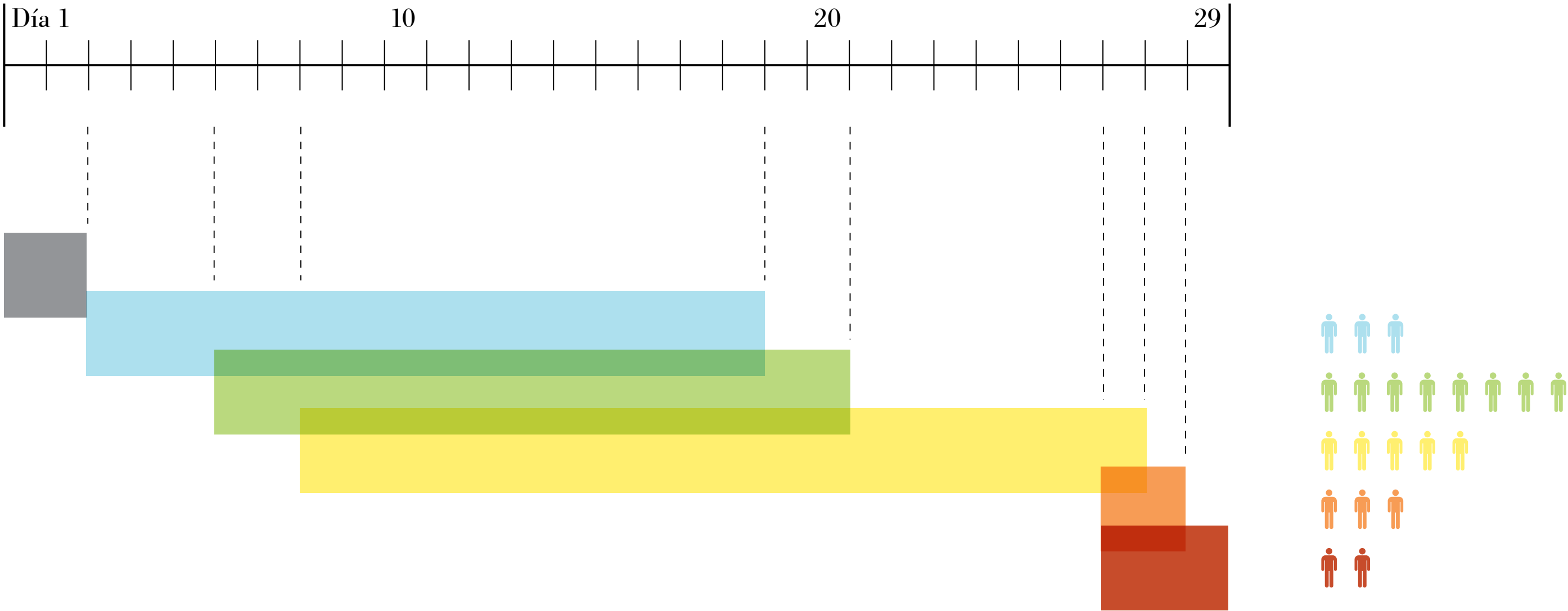
PLANTA



 Universidad Carlos III de Madrid		El ingeniero técnico Joaquín Cózar Camacho	
Proyecto Alumbrado Público		Situación C/Badajoz, Getafe	
Plano n°  9	Plano de Arqueta		
	Escala 1/20	Unidades en metros	Fecha 5 Junio 2012

## Anexo II: Timing

| Timing de proyecto y mano de obra



- Señalización y Replanteo de obra | 2 días

■ Firmes y Pavimentos | 15 días  
Capataz + oficial 1ª + peón ordinario + cuadrilla F + cuadrilla A.

■ Alumbrado público | 20 días  
Oficial 1ª eléctrico + oficial 2ª eléctrico + peón ordinario + cuadrilla A.
- Señalización | 2 días  
Capataz + oficial 1ª + peón ordinario.

■ Limpieza, remates y fin de obra | 3 días  
Oficial 1ª + peón ordinario.

## Anexo III: Hojas técnicas

- Centro de mando*
- Controlador del segmento*
- Lámpara de halogenuro metálico*
- Lámpara de vapor sodio alta presión*
- Luminaria Aramis*
- Luminaria Zafiro*
- OLC*
- Acoplador de fase*
- Balasto electrónico*
- Conductor luminarias*
- Conductor red de alimentación*
- Conductor tierra de masas*
- Conductor red equipotencial*



03

M.S.

## CENTROS DE MANDO

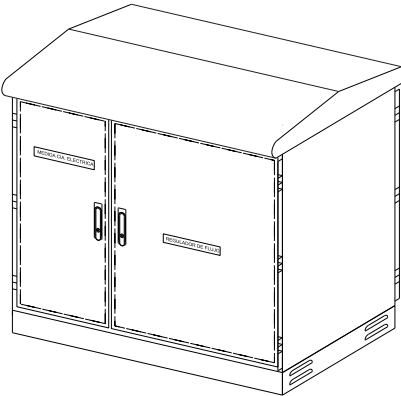
### MODELO G

**Armario de acceso por las dos caras, con 4 puertas independientes** preparado para albergar equipo de medida de la compañía suministradora, Regulador de flujo, Cuadro de mando y protección y módulo de control y telecontrol.

Este modelo presenta la ventaja de que en un volumen mínimo se consigue un superficie de desarrollo máxima dado que se utilizan las 2 caras del armario.

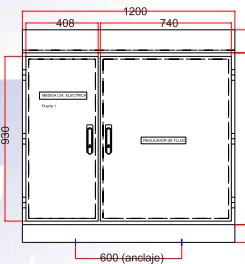
Posee un índice de protección IP55 Ik10.

Se fabrica tanto en acero AISI 304L como en AISI 316L.

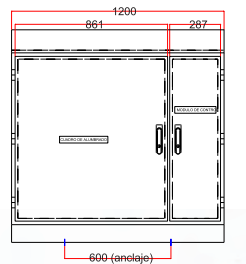


#### Armario 1G

Dimensiones generales y de las puertas. Vista anterior.

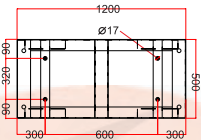


Dimensiones generales y de las puertas. Vista posterior.



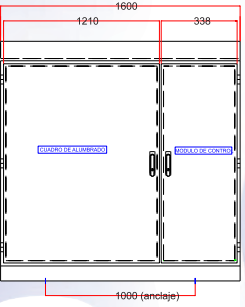
Medidas expresadas en mm

APTO PARA	
Regulador	de 6 a 45 kVA
Nº Salidas	10
Mod. Control	Cualquiera
Eq. Medida	Directa + C. Acometida

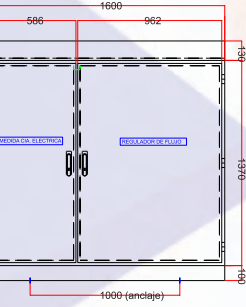


#### Armario 2G

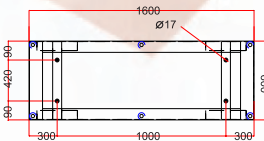
Dimensiones generales y de las puertas. Vista anterior.



Dimensiones generales y de las puertas. Vista posterior.



APTO PARA	
Regulador	hasta 80 kVA
Nº Salidas	10
Mod. Control	Cualquiera
Eq. Medida	Medida Indirecta o Directa



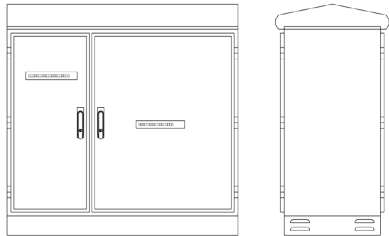
M.S.





CENTROS DE MANDO EN ACERO INOXIDABLE

modelo G



CARACTERÍSTICAS

- Chapa de 2 mm de espesor, en diferentes materiales según modelos:
- \* Para el centro de mando tamaño "1G"
    - Armario Modelo "AS 1212(4P)-500" en Acero Inoxidable AISI 304L
    - Armario Modelo "AS 1212(4P)-500-316" en Acero Inoxidable AISI 316L
  - \* Para el centro de mando tamaño "2G"
    - Armario Modelo "AS 1616(4P)-600" en Acero Inoxidable AISI 304L
    - Armario Modelo "AS 1616(4P)-600-316" en Acero Inoxidable AISI 316L

**Zócalo** desmontable, del mismo material que el armario.

**Tejadillo** exento de zonas puntiagudas, con esquinas redondeadas para mayor seguridad y estética.

Las **cerraduras** pueden alojar diferentes bombillos con el fin de que el espacio reservado para el equipo de medida de la compañía eléctrica suministradora, pueda abrirse con la llave utilizada por dicha compañía eléctrica. También admite el cierre con candados. Las cerraduras de las puertas llevan fallebas al objeto de asegurar el cierre en 3 puntos.

Tiene un grado de protección **IP 55, IK 10**.

DISTRIBUCIÓN

El armario consta de 4 puertas, 2 anteriores y 2 posteriores con cerraduras independientes.

La **puerta anterior izquierda** da acceso al equipo de la compañía eléctrica.

La **puerta anterior derecha** corresponde al equipo regulador de flujo luminoso.

La **puerta posterior izquierda**, da acceso al cuadro de mando y protección del alumbrado.

La **puerta posterior derecha** se reserva para el módulo de control, módem de telecomunicaciones y resto de elementos electrónicos.

DIMENSIONES

- |                    |   |                       |
|--------------------|---|-----------------------|
| 1G (de 6 a 45 kva) | - | 1200 x 1200 x 500 mm. |
| 2G (hasta 80 kva)  | - | 1600 x 1600 x 600 mm. |

Ver detalles en páginas M.S. 10-18, ARMARIOS DE ACERO INOXIDABLE "AS"

M.S.



Starsense Powerline

LFC7065/00 SEGMENT CONTROLLER



Facilita la telegestión, gracias al control remoto de los puntos de luz de exterior en autopistas, carreteras, calles y zonas residenciales. Ahorra energía al activar el encendido y apagado individual de cada punto de luz en cualquier momento, o su regulación a cualquier nivel. Permite obtener unas instalaciones de iluminación inteligentes y dinámicas, y así permite minimizar la contaminación lumínica y aumentar la seguridad.

Datos del producto

• Características Generales	
Diseño	SEGMENT CONTROLLER
• Datos Producto	
Código de pedido	731841 00
Código de producto	871155973184100
Nombre de Producto	LFC7065/00 SEGMENT CONTROLLER
Nombre de pedido del producto	LFC7065/00 SEGMENT CONTROLLER
Piezas por caja	1

Configuración de embalaje	1
Cajas por caja exterior	1
Código de barras del producto	8711500996794
Código de barras de la caja exterior	8711559731841
Código logístico - 12NC	913700330603
Peso neto por pieza	0.471 kg

PHILIPS  
sense and simplicity



# MASTER CityWhite CDO-TT

MASTER CityWhite CDO-TT 150W/828 E40 1SL

Lámpara de descarga de alta intensidad con tubo de descarga cerámico y bulbo exterior tubular transparente

### Datos del producto

• Product Data

Código de pedido	205360 15
Código de producto	871150020536015
Nombre de Producto	MASTER CityWhite CDO-TT 150W/828 E40 1SL
Nombre de pedido del producto	MASTER CityWh CDO-TT 150W/828 E40 1SL/12
Piezas por caja	1
Configuración de embalaje	12
Cajas por caja exterior	12
Código de barras del producto	8711500205360
Código de barras de la caja exterior	8711500205377
Código logístico - 12NC	928089109231
ILCOS code	MT-150/28/1B-H-E40
Peso neto por pieza	0.135 kg

• Características Generales

Base/Casquillo	E40
Forma de la lámpara	T46 [T 46mm]
Acabado de la Lámpara	Clara
Posición de Funcionamiento	any [Cualquiera o Universal (U)]
Vida al 5% de Fallos	10000 hr
Vida al 10% de Fallos	12000 hr
Vida al 20% de Fallos	15000 hr
Vida al 50% de Fallos	20000 hr
LSF EM 12.000h nom, ciclo 12 h	90 %
LSF EM 16.000h nom, ciclo 12 h	73 %

• Características Eléctricas

LSF EM 20.000h nom, ciclo 12 h	50 %
LSF EM 2.000h nom, ciclo 12 h	99 %
LSF EM 4.000 h nom, ciclo 12 h	99 %
LSF EM 6.000 h nom, ciclo 12 h	99 %
LSF EM 8.000h nom, ciclo 12 h	97 %

• Características Medioambientales

Pot. de la Lámpara Estimada	150 W
Voltaje de la Lámpara Cor. Lámpara con Bal. Convenc.	100 V
Tiempo de Arranque	1.8 A
Tiempo Caldeo para un Flujo90%	30 s
Regulable	3 min
Potencia lámpara EM 25°C, nom	Sí
Potencia lámpara EM 25°C, nom	148 W
Potencia lámpara EM 25°C, nom	147 W

### • Características Medioambientales

Contenido de mercurio (Hg)	16 mg
----------------------------	-------

### • Característcas de la Fuente de Luz

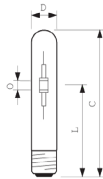
Código de Color	828 [CCT of 2800K]
Índice Reproducción Cromática	85 Ra8

**PHILIPS**  
sense and simplicity

## MASTER CityWhite CDO-TT

Designación de Color	Blanco Cálido	LLMF EM 4.000 h nominal	73 %
Temperatura de Color	2800 K	LLMF EM 2.000 h nominal	82 %
Temperatura Técnica de Color	2590 K	Flujo lum EM 25°C, nominal	13500 Lm
Coordenada Cromática X	460 -	• Características de Dimensiones	
Coordenada Cromática Y	403 -		
Eficacia lum nominal EM 25°C	92 Lm/W		
LLMF EM 20.000 h nominal	51 %		
LLMF EM 16.000 h nominal	54 %	Longitud Total C	211 mm
LLMF EM 12.000 h nominal	58 %	Diámetro D	47 mm
LLMF EM 8.000 h nominal	64 %	Distancia Focal L	132 mm
LLMF EM 6.000 h nominal	68 %	Longitud de Arco O	9 mm
• Requerimientos de Diseño Luminaria			
Temperatura Base/Casquillo		250 C	
Temperatura de la Lámpara		450 C	

### Plano de dimensiones



Product	C (Max)	D (Max)	L (Norm)	O (Norm)
CDO-TT 150W/828 E40	211	47	132	9

Las lámparas pertenecientes a esta familia de productos cumplen el Reglamento (EC) N° 245/2009 de la Comisión: requisitos de ecodiseño, entrada en vigor el 13 de abril de 2010.

1.3 Requisitos de información de producto en las lámparas

a) Potencia nominal de la lámpara;

b) Flujo luminoso total nominal de la lámpara;

c) Eficacia de lámpara nominal a las 100 h en condiciones estándar (25 °C, para lámparas T5 a 35 °C). Para las lámparas fluorescentes con un funcionamiento de 50 Hz (frecuencia de red) (donde corresponda) y de alta frecuencia (> 50 Hz) (donde corresponda) pa mismo flujo luminoso total nominal en todos los casos, indicando, para el funcionamiento de alta frecuencia, la corriente de calibración de las condiciones de la prueba y/o la tensión nominal del generador de HF con la resistencia. Debe indicarse de manera clara qu potencia consumida por la fuente no se incluye la potencia disipada por equipos auxiliares como los balastos;

d) Factor de mantenimiento del flujo luminoso nominal de la lámpara a 2000 h, 4000 h, 6000 h, 8000 h, 12000 h, 16000 h y 20000 h (hasta 8000 h sólo para lámparas nuevas en el mercado cuyos datos aún no se conocen), indicando el modo de funcionamiento de l lámpara utilizado para la prueba si son posibles tanto el funcionamiento de 50 Hz como el de alta frecuencia;

e) Factor de supervivencia nominal de la lámpara a 2000 h, 4000 h, 6000 h, 8000 h, 12000 h, 16000 h y 20000 h (hasta 8000 h sólo para lámparas nuevas en el mercado cuyos datos aún no se conocen), indicando el modo de funcionamiento de la lámpara utilizado p prueba si son posibles tanto el funcionamiento de 50 Hz como el de alta frecuencia;

f) Contenido de mercurio de la lámpara como X.X mg

g) Índice de reproducción cromática (Ra) de la lámpara;

h) Temperatura de color de la lámpara;

i) Temperatura ambiente interior de la luminaria para la que la lámpara proporciona su máximo flujo luminoso. Si esta temperatura es igual o inferior a 0 °C, o igual o superior a 50 °C se indicará que la lámpara no es apta para uso interior a temperaturas ambiente estándar;

Para más información véase: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:076:0017:0044:EN:PDF>



© 2010 Koninklijke Philips Electronics N.V.  
Todos los derechos reservados.

Las especificaciones están sujetas a cambios sin previo aviso. Las marcas registradas son propiedad de Koninklijke Philips Electronics N.V. o de sus respectivos propietarios.

[www.philips.com/lighting](http://www.philips.com/lighting)

2010, Noviembre 23  
Datos sujetos a cambios



MASTER SON-T PIA Plus

MASTER SON-T PIA Plus 150W/220 E40 1SL

Lámparas de sodio a alta presión con tecnología PIA (Philips Integrated Antenna), alto flujo luminoso y larga vida

Datos del producto

• Product Data	
Código de pedido	192295 15
Código de producto	871150019229515
Nombre de Producto	MASTER SON-T PIA Plus 150W/220 E40 1SL
Nombre de pedido del producto	MST SON-T PIA Plus 150W/220 E40 1SL/12
Piezas por caja	1
Configuración de embalaje	12
Cajas por caja exterior	12
Código de barras del producto	8711500192295
Código de barras de la caja exterior	8711500192721
Código logístico - 12NC	928150909230
ILCOS code	ST-150-H/S-E40
Peso neto por pieza	0.142 kg

• Características Generales	
Descripción del Sistema	Arrancador externo
Base/Casquillo	E40
Información Base/Casquillo	-
Forma de la lámpara	T46 [T 46mm]
Acabado de la Lámpara	Clara
Posición de Funcionamiento	any [Cualquiera o Universal (U)]
Vida al 5% de Fallos	17000 hr
Vida al 10% de Fallos	21000 hr
Vida al 20% de Fallos	26000 hr
Vida al 50% de Fallos	36000 hr

LSF EM 12.000h nom, ciclo 12 h	98 %
LSF EM 16.000h nom, ciclo 12 h	96 %
LSF EM 20.000h nom, ciclo 12 h	91 %
LSF EM 2.000h nom, ciclo 12 h	100 %
LSF EM 4.000 h nom, ciclo 12 h	99 %
LSF EM 6.000 h nom, ciclo 12 h	99 %
LSF EM 8.000h nom, ciclo 12 h	99 %

• Características Eléctricas	
Pot. de la Lámpara Estimada	150 W
Tensión de Red	230 V
Voltaje de la Lámpara Cor. Lámpara con Bal. Convenc.	100 V
Tiempo de Arranque	10 s
Tiempo Caldeo para un Flujo90%	4 min
Regulable	Sí
Potencia lámpara EM 25°C, nom	154 W
Potencia lámpara EM 25°C, nom	150 W

• Características Medioambientales	
Contenido de mercurio (Hg)	16 mg

PHILIPS  
sense and simplicity

MASTER SON-T PIA Plus

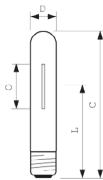
• Características de la Fuente de Luz	
Código de Color	220 [CCT of 2000K]
Índice Reproducción Cromática	25 (nom), 25 (max) Ra8
Temperatura de Color	2000 K
Temperatura Técnica de Color	2000 K
Coordenada Cromática X	535 -
Coordenada Cromática Y	420 -
Luminancia Balasto Conv.	340 cd/cm2
Eficacia lum nominal EM 25°C	117 Lm/W
LLMF EM 20.000 h nominal	94 %
LLMF EM 16.000 h nominal	95 %
LLMF EM 12.000 h nominal	96 %
LLMF EM 8.000 h nominal	96 %

LLMF EM 6.000 h nominal	97 %
LLMF EM 4.000 h nominal	98 %
LLMF EM 2.000 h nominal	99 %
Flujo lum EM 25°C, nominal	18000 Lm

• Características de Dimensiones	
Longitud Total C	210 mm
Diámetro D	48 mm
Distancia Focal L	132 mm
Longitud de Arco O	61 mm

• Requerimientos de Diseño Luminaria	
Temperatura Base/Casquillo	250 C
Temperatura de la Lámpara	450 C

Plano de dimensiones



Product	C (Max)	D (Max)	L (Norm)	O (Norm)
SON-T Plus 150W/220 E40	210	48	132	61

Las lámparas pertenecientes a esta familia de productos cumplen el Reglamento (EC) N° 245/2009 de la Comisión: requisitos de ecodiseño, entrada en vigor el 13 de abril de 2010.

1.3 Requisitos de información de producto en las lámparas

a) Potencia nominal de la lámpara;

b) Flujo luminoso total nominal de la lámpara;

c) Eficacia de lámpara nominal a las 100 h en condiciones estándar (25 °C, para lámparas T5 a 35 °C). Para las lámparas fluorescentes con un funcionamiento de 50 Hz (frecuencia de red) (donde corresponda) y de alta frecuencia (> 50 Hz) (donde corresponda) para el mismo flujo luminoso total nominal en todos los casos, indicando, para el funcionamiento de alta frecuencia, la corriente de calibración de las condiciones de la prueba y/o la tensión nominal del generador de HF con la resistencia. Debe indicarse de manera clara que en la potencia consumida por la fuente no se incluye la potencia disipada por equipos auxiliares como los balastos;

d) Factor de mantenimiento del flujo luminoso nominal de la lámpara a 2000 h, 4000 h, 6000 h, 8000 h, 12000 h, 16000 h y 20000 h (hasta 8000 h sólo para lámparas nuevas en el mercado cuyos datos aún no se conocen), indicando el modo de funcionamiento de la lámpara utilizado para la prueba si son posibles tanto el funcionamiento de 50 Hz como el de alta frecuencia;

e) Factor de supervivencia nominal de la lámpara a 2000 h, 4000 h, 6000 h, 8000 h, 12000 h, 16000 h y 20000 h (hasta 8000 h sólo para lámparas nuevas en el mercado cuyos datos aún no se conocen), indicando el modo de funcionamiento de la lámpara utilizado para la prueba si son posibles tanto el funcionamiento de 50 Hz como el de alta frecuencia;

f) Contenido de mercurio de la lámpara como X.X mg

g) Índice de reproducción cromática (Ra) de la lámpara;

h) Temperatura de color de la lámpara;

i) Temperatura ambiente interior de la luminaria para la que la lámpara proporciona su máximo flujo luminoso. Si esta temperatura es igual o inferior a 0 °C, o igual o superior a 50 °C, se indicará que la lámpara no es apta para uso interior a temperaturas ambiente estándar;

Para más información véase: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:076:0017:0044:EN:PDF>



© 2010 Koninklijke Philips Electronics N.V.  
Todos los derechos reservados.

Las especificaciones están sujetas a cambios sin previo aviso. Las marcas registradas son propiedad de Koninklijke Philips Electronics N.V. o de sus respectivos propietarios.

[www.philips.com/lighting](http://www.philips.com/lighting)

2010, Noviembre 23  
Datos sujetos a cambios





CARACTERÍSTICAS – LUMINARIA

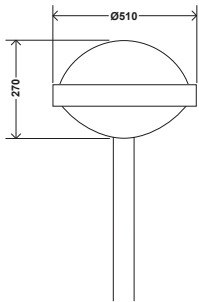
Hermeticidad bloque óptico:	IP 66 Sealsafe <sup>(*)</sup>
Hermeticidad compartimento de auxiliares:	IP 44 <sup>(*)</sup>
Resistencia a los impactos : - PC curvado	IK 10 <sup>(**)</sup>
- PMMA curvado	IK 06 <sup>(**)</sup>
- vidrio curvado	IK 08 <sup>(**)</sup>
- PC Antivandalismo	60 Joules <sup>(**)</sup>
Resistencia aerodinámica (CxS): - simple	0,082 m <sup>2</sup>
- doble	0,167 m <sup>2</sup>
Tensión nominal:	230 V – 50 Hz
Clase eléctrica:	I <sup>(*)</sup>
Peso (vacío):	5,5 kg

<sup>(\*)</sup> según IEC - EN 60598  
<sup>(\*\*)</sup> según IEC - EN 62262

SOBRIEDAD Y POLIVALENCIA

La luminaria Aramis, que incorpora nuestros estándares tecnológicos como el sistema Sealsafe <sup>\*</sup>, se caracteriza por su diseño contemporáneo que encaja perfectamente en el entorno urbano. También se distingue por las múltiples fijaciones propuestas, lo que convierte a esta luminaria en una solución muy polivalente.

Color: Cualquier combinación de colores RAL o AKZO

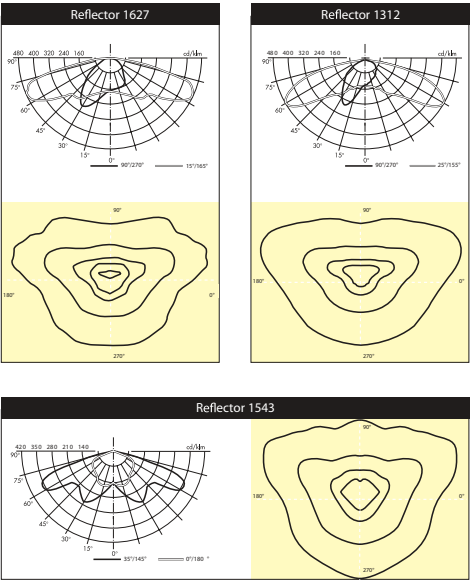


LÁMPARAS – REFLECTORES

Reflector	1543	1627	1312
Sodio alta presión	150 W	150 W	150 W
Halogenuros metálicos con quemador cerámico	150 W	150 W	-
Cosmópolis	140 W	140 W	140 W

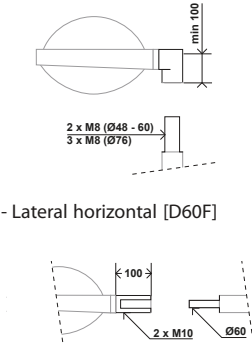
Potencias máximas

DISTRIBUCIONES FOTOMÉTRICAS



VARIAS FIJACIONES

Además de la fijación lateral directa, la luminaria Aramis ofrece varias posibles fijaciones:  
POST-TOP SIMPLE



961911

Aramis

Reflector :	1543
Protector :	PC liso
Inclinación :	0°
Fuentes :	HAL.M-T/150W
Ajustes :	-20/100/15



I70 - 80 - 85 - 90 - 95 [cd]	305-136-20-8-10		
Clase G (pr EN 13201-2)	G2		
Clase KB (DIN 5044 Teil 1)	KB2		
ULR [%]	1.05		
Eficiencia 0-x° [%]	74.6	0-90° [%]	73.8
Apertura 0-180° [°]	30 - 30	90-270° [°]	35 - 9
IMáx [cd/1000 lm]	312.6		

Nota : Todos los documentos están realizados para un flujo de 1000 lúmenes





262951

FOTOMETRÍA

ZAFIRO 1

LÁMPARAS – REFLECTORES

Reflector	Protector	Sodio alta presión			Halogenuros metálicos con quemador cerámico			Cosmópolis				
	vidrio	PC/PMMA	50 W	70 W	100 W	50 W	70 W	100 W	45 W	60 W	90 W	
1770			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
			✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	
			✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓	
1720			✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	
1976			✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓	

E27/E40 | G12 | PGZ12

ZAFIRO 2

LÁMPARAS – REFLECTORES

Reflector	Protector	Sodio alta presión				Halogenuros metálicos con quemador cerámico				Cosmópolis				
	vidrio	PC/PMMA	70 W	100 W	150 W	250 W	70 W	100 W	150 W	250 W	60 W	90 W	140 W	
1963			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
			✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓	
1523			✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓	

E27/E40 | G12 | PGZ12



## Zafiro 2

Reflector : 1963  
Protector : Vidrio curvado  
Inclinación : 0°  
Fuentes : SAP-T/150W  
Ajustes : -30/105



I70 - 80 - 85 - 90 - 95 [cd]	335-122-39-11-6		
Clase G (pr EN 13201-2)	G2		
Clase KB (DIN 5044 Teil 1)	> KB2		
ULR [%]	0.44		
Eficiencia 0-x° [%]	77.1	0-90° [%]	76.8
Apertura 0-180° [°]	X - X	90-270° [°]	10 - X
IMáx [cd/1000 lm]	382.9		

Nota : Todos los documentos están realizados para un flujo de 1000 lúmenes





Starsense

LLC7040/00 OLC 1-10V 220-240V 50/60Hz

Facilita la telegestión, gracias al control remoto de los puntos de luz de exterior en autopistas, carreteras, calles y zonas residenciales. Ahorra energía al activar el encendido y apagado individual de cada punto de luz en cualquier momento, o su regulación a cualquier nivel. Permite obtener unas instalaciones de iluminación inteligentes y dinámicas, y así permite minimizar la contaminación lumínica y aumentar la seguridad.

Datos del producto

• Características Generales

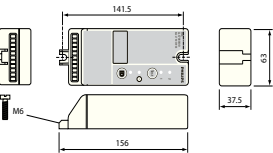
Diseño OLC 1-10V 220-240V 50/60Hz

• Product Data

Código de pedido 732800 99  
Código de producto 871155973280099  
Nombre de Producto LLC7040/00 OLC 1-10V 220-240V 50/60Hz  
Nombre de pedido del producto LLC7040/00 OLC 1-10V 220-240V 50/60Hz  
Piezas por caja 1

Configuración de embalaje 24  
Cajas por caja exterior 24  
Código de barras del producto 8711559732800  
Código de barras de la caja exterior 8711559732824  
Código logístico - 12NC 913700338903  
Peso neto por pieza 0.208 kg

Plano de dimensiones

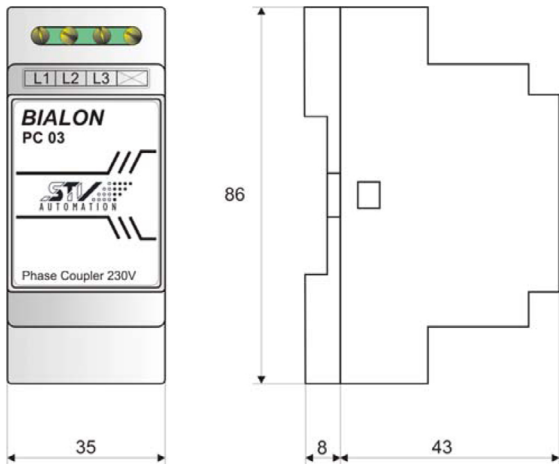


LLC70x0

PHILIPS  
sense and simplicity



BIALON PC 03  
3-Phase Coupler to enhance data transmission in LONWORKS® Powerline Networks



- Data coupling into the 230VAC powerline network
- Increasing the capacitive coupling between powerline phases
- Decreasing the signal attenuation when using 3-phase AC-networks
- Housing for DIN-rail mounting

The BIALON PC 03 phase coupler is an important infrastructure component to enhance data transmission in LONWORKS® Powerline Networks.

The phase coupler increases the capacities between parallel wires in AC powerline networks. To establish a data connection across 3-phases, it is recommended to use phase couplers.

Small TE-2 housing for DIN-rail mounting.

Voltage Phase/Null	max. 250 V AC
Connection Phase	Terminals up to max. 2,5 mm²
Connection Null	Terminals up to max. 2,5 mm²
Operating temperature	0 ... 40 °C
Humidity	0 ... 90 % (non condensing)
Housing	EN 50022 for DIN-rail mounting, 2TE, protection IP 20
Dimensions (L x B x H)	36 x 90 x 66 mm (2 TE)

Order information

Description	Order-Number
BIALON Phase Coupler PC 03	92F0203

STV Automation A Division of STV Electronic GmbH & Co KG Hellweg 203-205 D-33758 Schloß Holte	Tel. : +49 (0) 5207/9131-0 Fax : +49 (0) 5207/9131-18 e-mail : info@stv-automation.de home page : www.stv-automation.de
--	--

HID-DynaVision 1-10V for SON/CDO

2

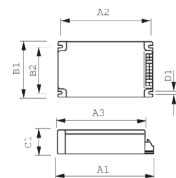
Aplicaciones

- Iluminación de carreteras/túneles
- Iluminación residencial
- Adecuado para aplicaciones interiores y exteriores

Productos relacionados



Plano de dimensiones



Product	A1 (Norm)	A2 (Norm)	A3 (Norm)	B1 (Norm)	B2 (Norm)	C1 (Norm)	D1 (Norm)
HID-DV 1-10V 100 /S CDO 220-240V 50/60Hz	150,0	134,0	136,0	90,0	70,0	40,0	4,5
HID-DV 1-10V 100 /S SON 220-240V 50/60Hz	150,0	134,0	136,0	90,0	70,0	40,0	4,5
HID-DV 1-10V 150 /S CDO 220-240V 50/60Hz	150,0	134,0	136,0	90,0	70,0	40,0	4,5
HID-DV 1-10V 150 /S SON 220-240V 50/60Hz	150,0	134,0	136,0	90,0	70,0	40,0	4,5
HID-DV 1-10V 70 /S CDO 220-240V 50/60Hz	150,0	134,0	136,0	90,0	70,0	40,0	4,5
HID-DV 1-10V 70 /S SON 220-240V 50/60Hz	150,0	134,0	136,0	90,0	70,0	40,0	4,5

Tabla comparativa

Código de pedido	Nombre de Producto	Interfaz	Número nominal de lámparas	Carcasa	Tipo de lámpara nominal	Tensión de línea	Frecuencia de red	Pot. lámpara-balasto nominal
891560 00	HID-DV 1-10V 100 /S CDO 220-240V 50/60Hz	1-10V	1	/S	CDO	220-240	50/60	100
888270 00	HID-DV 1-10V 100 /S SON 220-240V 50/60Hz	1-10V	1	/S	SON	220-240	50/60	100
888355 00	HID-DV 1-10V 150 /S CDO 220-240V 50/60Hz	1-10V	1	/S	CDO	220-240	50/60	150
888362 00	HID DV 150 /S SON 220-240V 50/60Hz	1-10V	1	/S	SON	220-240	50/60	150
888256 00	HID-DV 1-10V 70 /S CDO 220-240V 50/60Hz	1-10V	1	/S	CDO	220-240	50/60	70
888263 00	HID-DV 1 70 /S SON 220-240V 50/60Hz	1-10V	1	/S	SON	220-240	50/60	70

2011, Marzo 28  
Datos sujetos a cambios



Cables 0,6/1kV

RV-K

Dimensiones

Sección (mm²)	Resistencia a 20 °C (Ω/km)	Diámetro Exterior (mm)	Peso (Kg/km)	Sección (mm²)	Resistencia a 20 °C (Ω/km)	Diámetro Exterior (mm)	Peso (Kg/km)
1x1,5	13,30	5,70	50	3x4	4,95	11,07	210
1x2,5	7,98	6,12	60	3x6	3,30	12,25	275
1x4	4,95	6,65	75	3x10	1,91	14,31	420
1x6	3,30	7,20	95	3x16	1,21	16,47	605
1x10	1,91	8,15	140	3x25	0,780	20,03	915
1x16	1,21	9,15	195	3x35	0,554	22,66	1.240
1x25	0,780	10,80	290	4x1,5	13,30	9,92	140
1x35	0,554	11,90	380	4x2,5	7,98	10,93	190
1x50	0,386	13,50	520	4x4	4,95	12,22	255
1x70	0,272	15,60	720	4x6	3,30	13,55	345
1x95	0,206	17,35	930	4x10	1,91	15,85	535
1x120	0,161	19,40	1.175	4x16	1,21	18,27	775
1x150	0,129	21,40	1.455	4x25	0,780	22,36	1.175
1x185	0,106	23,30	1.745	4x35	0,554	25,07	1.580
1x240	0,0801	26,60	2.315	4x50	0,386	29,21	2.205
1x300	0,0641	30,20	2.895	4x70	0,272	32,00	2.905
1x400	0,0486	34,80	3.935	4x95	0,206	35,60	3.755
2x1,5	13,30	8,55	100	5x1,5	13,30	10,79	170
2x2,5	7,98	9,39	130	5x2,5	7,98	11,93	230
2x4	4,95	10,45	175	5x4	4,95	13,37	315
2x6	3,30	11,55	225	5x6	3,30	14,87	425
2x10	1,91	13,45	335	5x10	1,91	17,45	655
2x16	1,21	15,45	475	5x16	1,21	20,17	945
2x25	0,780	18,75	710	5x25	0,780	24,80	1.450
3x1,5	13,30	9,01	115	5x35	0,554	27,40	1.960
3x2,5	7,98	9,92	135	5x50	0,386	33,50	2.885

Características técnicas

1. Conductor	Cobre electrolítico flexible (clase V) según UNE-EN 60228 y EN 60228
2. Aislamiento	Polietileno reticulado (XLPE) tipo DIX-3 según UNE 21123 y HD 603S1
3. Cubierta	PVC tipo DMV-18 según UNE 21123 y HD 603S1
Tensión nominal	0,6/1kV
Tensión de ensayo	3.500V en C.A.
Temperatura máxima	90 °C
Otras características	

- Colores según UNE 21089 y HD 308S2:2001
- No propagación de la llama según UNE-EN 60332, EN 60332 e IEC 60322
- Cubierta de PVC de reducida emisión de ácido clorhídrico (HCL)
- El uso de polietileno reticulado (XLPE) admite una mayor densidad de corriente, a igualdad de sección, respecto al aislamiento con PVC

**SEDE ZARAGOZA**  
Crta. Castellón Km 226,9  
50720 La Cartuja Baja  
Zaragoza - España  
teléfono +34 976 500120  
fax +34 976 500138  
e-mail info@rct.es

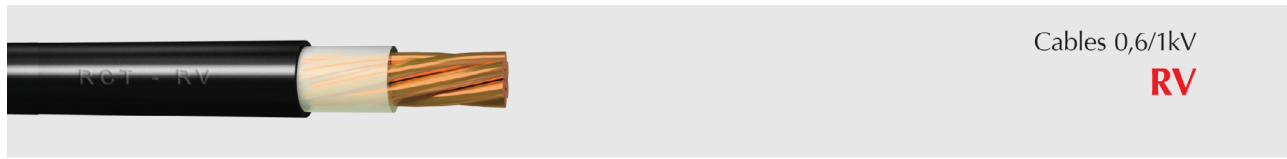
**DELEGACIÓN BARCELONA**  
Cables RCT Depósito Barcelona  
C/ Maresme 87-91  
08019 Barcelona - España  
teléfono +34 93 3079562  
fax +34 93 3073400  
e-mail barna@rct.es

**DELEGACIÓN SEVILLA**  
Cables RCT Depósito Sevilla  
Pol Ind Calonge C/ Bronce Nave 4  
41007 Sevilla - España  
teléfono +34 954 354946  
fax +34 954 358491  
e-mail sevilla@rct.es

**DELEGACIÓN VALENCIA**  
Cables RCT Depósito Valencia  
Pol Ind Sedaví C/ Sequía de Calvera 5 A  
46910 Valencia - España  
teléfono +34 96 3759070  
fax +34 96 3759435  
e-mail valencia@rct.es

Los datos contenidos en esta página son meramente informativos, no constituyendo compromiso contractual de ningún tipo por parte de Cables RCT. Asimismo Cables RCT, dentro de su proceso de mejora continua, se reserva el derecho de modificar sus especificaciones técnicas sin previo aviso.





Dimensiones

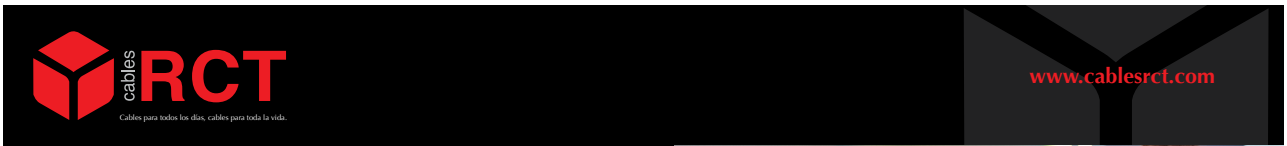
Sección (mm²)	Resistencia a 20 °C (Ω/km)	Diámetro Exterior (mm)	Peso (Kg/Km)	Sección (mm²)	Resistencia a 20 °C (Ω/km)	Diámetro Exterior (mm)	Peso (Kg/Km)
1x1,5	12,10	5,70	50	3x2,5	7,41	9,92	155
1x2,5	7,41	6,12	60	3x4	4,61	11,07	210
1x4	4,61	6,65	75	3x6	3,08	12,25	275
1x6	3,08	7,20	95	3x10	1,83	13,82	420
1x10	1,83	8,15	140	3x16	1,15	16,47	621
1x16	1,15	9,15	195	3x25	0,727	20,03	915
1x25	0,727	10,80	290	3x35	0,524	22,66	1.240
1x35	0,524	11,90	380	4x1,5	12,10	9,92	140
1x50	0,387	13,50	520	4x2,5	7,41	10,93	190
1x70	0,268	15,60	720	4x4	4,61	12,22	255
1x95	0,193	17,35	930	4x6	3,08	13,55	345
1x120	0,153	19,40	1.175	4x10	1,83	15,85	535
1x150	0,124	21,40	1.455	4x16	1,15	18,27	775
1x185	0,0991	23,30	1.745	4x25	0,727	22,36	1.175
1x240	0,0754	26,60	2.315	4x35	0,524	25,07	1.580
1x300	0,0601	30,20	2.895	4x70	0,268	32	2905
1x400	0,0470	34,80	3.935	4x95	0,193	35,60	3755
2x1,5	12,10	8,55	100	4x50	0,387	29,21	2.205
2x2,5	7,41	9,39	130	5G1,5	12,10	10,79	170
2x4	4,61	10,45	175	5G2,5	7,41	11,93	230
2x6	3,08	11,55	225	5G4	4,61	13,37	315
2x10	1,83	13,45	335	5G6	3,08	14,87	425
2x16	1,15	15,45	475	5G10	1,83	17,45	655
2x25	0,727	18,75	710	5G16	1,15	20,17	945
3x1,5	12,10	9,01	115	5G25	0,727	24,80	1.450
				5G35	0,524	27,40	1.960
				5G50	0,387	33,50	2.885

Características técnicas

1. Conductor	Cobre electrolítico Clase I y II según UNE-EN 60228 y EN 60228
2. Aislamiento	Polietileno reticulado (XLPE) tipo DIX-3 según UNE 21123 y HD 603S1
3. Cubierta	PVC tipo DMV-18 según UNE 21123 y HD 603S1
Tensión nominal	0,6/1kV
Tensión de ensayo	3.500V en C.A.
Temperatura máxima	90 °C
Otras características	
· Colores según UNE 21089 y HD 308S2:2001	
· No propagación de la llama según UNE-EN 60332, EN 60332 e IEC 60332	
· El uso de polietileno reticulado (XLPE) admite una mayor densidad de corriente, a igualdad de sección, respecto al aislamiento con PVC	
· Cubierta de PVC de reducida emisión de ácido clorhídrico (HCL)	

Los datos contenidos en esta página son meramente informativos, no constituyendo compromiso contractual de ningún tipo por parte de Cables RCT. Asimismo Cables RCT, dentro de su proceso de mejora continua, se reserva el derecho de modificar sus especificaciones técnicas sin previo aviso.

<b>SEDE ZARAGOZA</b> Ctra. Castellón Km 226,9 50720 La Cartuja Baja Zaragoza - España teléfono +34 976 500120 fax +34 976 500138 e-mail info@rct.es	<b>DELEGACIÓN BARCELONA</b> Cables RCT Depósito Barcelona C/ Maresme 87-91 08019 Barcelona - España teléfono +34 93 3079562 fax +34 93 3073400 e-mail barna@rct.es	<b>DELEGACIÓN SEVILLA</b> Cables RCT Depósito Sevilla Pol Ind Calonge C/ Bronce Nave 4 41007 Sevilla - España teléfono +34 954 354946 fax +34 954 358491 e-mail sevilla@rct.es	<b>DELEGACIÓN VALENCIA</b> Cables RCT Depósito Valencia Pol Ind Sedaví C/ Sequía de Calvera 5 A 46910 Valencia - España teléfono +34 96 3759070 fax +34 96 3759435 e-mail valencia@rct.es
---	--	--	---



Cables 450/750V

H07V-K



Descripción

Estos cables son los indicados para la realización de instalaciones fijas en viviendas, locales y oficinas, cuadros eléctricos de control y alumbrado doméstico e industrial. Son de fácil instalación gracias a su aislamiento superdeslizante y gran flexibilidad.



Aplicaciones

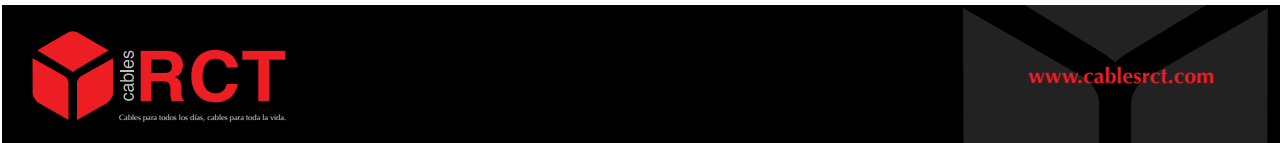
- Según el REBT 2002, para las siguientes instalaciones:
- **ITC-BT 09** Instalaciones de alumbrado exterior. Puesta a tierra
  - **ITC-BT 20** Instalaciones interiores o receptoras
  - **ITC-BT 26** Instalaciones interiores en viviendas
  - **ITC-BT 27** Instalaciones interiores en viviendas. Locales que contienen una bañera o ducha.
  - **ITC-BT 29** Instalaciones en locales con riesgo de incendio o explosión
  - **ITC-BT 30** Instalaciones en locales de características especiales
  - **ITC-BT 41** Instalaciones eléctricas en caravanas y en parques de caravanas

Características técnicas

1. Conductor	Cobre electrolítico Clase V según UNE-EN 60228 y EN 60228
2. Aislamiento	PVC tipo TI-1 según UNE 21031-3 y HD 21.3S3:1995/A2:2008
Tensión nominal	450/750V
Tensión de ensayo	2.500V en C.A.
Temperatura máxima	70°C
Otras características	
· Colores según UNE 21031 y HD 21.1S4:2002	
· No propagación de la llama UNE-EN 60332-1, EN 60332 e IEC 60332	
· Aislamiento de PVC de reducida emisión de ácido clorhídrico (HCL)	

<b>SEDE ZARAGOZA</b> Ctra. Castellón Km 226,9 50720 La Cartuja Baja Zaragoza - España teléfono +34 976 500120 fax +34 976 500138 e-mail info@rct.es	<b>DELEGACIÓN BARCELONA</b> Cables RCT Depósito Barcelona C/ Maresme 87-91 08019 Barcelona - España teléfono +34 93 3079562 fax +34 93 3073400 e-mail barna@rct.es	<b>DELEGACIÓN SEVILLA</b> Cables RCT Depósito Sevilla Pol Ind Calonge C/ Bronce Nave 4 41007 Sevilla - España teléfono +34 954 354946 fax +34 954 358491 e-mail sevilla@rct.es	<b>DELEGACIÓN VALENCIA</b> Cables RCT Depósito Valencia Pol Ind Sedaví C/ Sequía de Calvera 5 A 46910 Valencia - España teléfono +34 96 3759070 fax +34 96 3759435 e-mail valencia@rct.es
---	--	--	---

Los datos contenidos en esta página son meramente informativos, no constituyendo compromiso contractual de ningún tipo por parte de Cables RCT. Asimismo Cables RCT, dentro de su proceso de mejora continua, se reserva el derecho de modificar sus especificaciones técnicas sin previo aviso.



Cables 450/750V

H07V-R



Descripción

Estos cables son los indicados para la realización de instalaciones fijas en viviendas, locales y oficinas, cuadros eléctricos de control y alumbrado doméstico e industrial. Son de fácil instalación gracias a su aislamiento superdeslizante.



Aplicaciones

- Según el REBT 2002, para las siguientes instalaciones:
- **ITC-BT 09** Instalaciones de alumbrado exterior. Puesta a tierra
  - **ITC-BT 20** Instalaciones interiores o receptoras
  - **ITC-BT 26** Instalaciones interiores en viviendas
  - **ITC-BT 27** Instalaciones interiores en viviendas. Locales que contienen una bañera o ducha.
  - **ITC-BT 29** Instalaciones en locales con riesgo de incendio o explosión
  - **ITC-BT 30** Instalaciones en locales de características especiales
  - **ITC-BT 41** Instalaciones eléctricas en caravanas y en parques de caravanas

Dimensiones

Sección (mm²)	Resistencia a 20 °C (Ω/km)	Diámetro Exterior (mm)	Peso (Kg/Km)
1,5	12,10	2,90	20
2,5	7,41	3,50	35
4	4,61	4,00	45
6	3,08	4,60	65
10	1,83	5,90	110
16	1,15	6,90	165
25	0,727	8,60	250
35	0,524	9,10	340
50	0,387	11,50	485
70	0,268	13,40	675
95	0,193	15,30	890
120	0,153	17,20	1.125
150	0,124	19,00	1.400
185	0,0991	20,90	1.695
240	0,0754	24,20	2.260

Características técnicas

1. Conductor	Cobre electrolítico Clase I según UNE-EN 60228 y EN 60228
2. Aislamiento	PVC tipo TI-1 según UNE 21031-3 y HD 21.3S3:1995/A2:2008
Tensión nominal	450/750V
Tensión de ensayo	2.500V en C.A.
Temperatura máxima	70°C
Otras características	
· Colores según UNE 21031 y HD 21.1S4:2002	
· No propagación de la llama UNE-EN 60332-1, EN 60332 e IEC 60332	
· Aislamiento de PVC de reducida emisión de ácido clorhídrico (HCL)	

Los datos contenidos en esta página son meramente informativos, no constituyendo compromiso contractual de ningún tipo por parte de Cables RCT. Asimismo Cables RCT, dentro de su proceso de mejora continua, se reserva el derecho de modificar sus especificaciones técnicas sin previo aviso.

<b>SEDE ZARAGOZA</b> Ctra. Castellón Km 226,9 50720 La Cartuja Baja Zaragoza - España teléfono +34 976 500120 fax +34 976 500138 e-mail info@rct.es	<b>DELEGACIÓN BARCELONA</b> Cables RCT Depósito Barcelona C/ Maresme 87-91 08019 Barcelona - España teléfono +34 93 3079562 fax +34 93 3073400 e-mail barna@rct.es	<b>DELEGACIÓN SEVILLA</b> Cables RCT Depósito Sevilla Pol Ind Calonge C/ Bronce Nave 4 41007 Sevilla - España teléfono +34 954 354946 fax +34 954 358491 e-mail sevilla@rct.es	<b>DELEGACIÓN VALENCIA</b> Cables RCT Depósito Valencia Pol Ind Sedavi C/ Sequia de Calvera 5 A 46910 Valencia - España teléfono +34 96 3759070 fax +34 96 3759435 e-mail valencia@rct.es
---	--	--	---

---

---

# Anexo IV: Pliego de condiciones

*Condiciones generales*  
*Alumbrado público*

AIV.1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.

AIV.1.1. OBJETO

El pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones para la distribución de energía eléctrica cuyas características técnicas están detalladas en el correspondiente proyecto.

AIV.1.2. DISPOSICIONES GENERALES

La ejecución del proyecto se somete al desempeño de cada una de las legislaciones de obligado cumplimiento de la reglamentación de trabajo, la contratación del seguro obligatorio, subsidio familiar y de vejez, seguro de enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten.

Se fijará el lugar clasificado, según orden del ministerio de hacienda de 18 de marzo de 1.968, en el grupo, subgrupo y categoría correspondientes al proyecto, así como la correspondiente documentación de calificación empresarial para el instalador.

Estrictamente se toman todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, asumiendo la total responsabilidad que por tales accidentes se ocasionen.

Presentación de una póliza de seguros de protección a empleados y obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc. en que uno y otros pudieran incurrir para con el desarrollo de la instalación o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

AIV.1.3. ORGANIZACION DEL TRABAJO

La ordenanza de los trabajos se efectuará en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones y supervisión del director de obra, al amparo de las condiciones siguientes:

DATOS DE LA OBRA

Se ejecutarán dos copias de los planos y un pliego de condiciones del proyecto, así como cuantos planos o datos se estime necesite para la completa ejecución de la obra. A nivel interno a modo logístico se recogerá una copia de memoria, presupuesto y anexos que completen el detalle de la totalidad del proyecto.

Simultáneamente al levantamiento del acta de recepción provisional, se entregarán los planos actualizados de acuerdo con las características de ejecución terminada al director de obra, quedando a su entera reprobación cualquier variación o alteración a la que deba someterse el proyecto.

REPLANTEO DE LA OBRA

Antes de dar comienzo las obras la dirección técnica hará el replanteo de las mismas, con especial atención a los puntos de mayor singularidad, asegurando la custodia y reposición de las señales que se establezcan en el replanteo.

Se verificará y procederá, por triplicado, acta de replanteo, firmada por el director de obra.

FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN

Se proporcionará al director de obra o delegados y colaboradores, toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas de los materiales, así como la mano de obra necesaria para los trabajos que tengan por objeto comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas, permitiendo el acceso de todas las partes de la obra e incluso a los talleres o fábricas donde se produzcan los materiales o se realicen trabajos para las obras.

MATERIALES

Los materiales empleados en las obras serán de primera calidad y no podrán utilizarse sin antes haber sido reconocidos por la dirección técnica, que podrá rechazar si no reuniesen, a su juicio, las condiciones exigibles para conseguir debidamente el objeto que motivara su empleo.

ENSAYOS

Los ensayos, análisis y pruebas que deban realizarse para comprobar si los materiales reúnen las condiciones exigibles, quedarán verificados por la dirección técnica, o bien, si ésta lo estima oportuno, por el correspondiente laboratorio oficial.

LIMPIEZA Y SEGURIDAD DE LAS OBRAS

Se mantendrán limpias las obras y sus inmediaciones de escombros y materiales, y se desmontarán todas las instalaciones provisionales que no sean precisas, se adoptarán las medidas y se ejecutarán los trabajos necesarios para que las obras ofrezcan un buen aspecto a juicio de la dirección técnica.

Se tomarán las medidas oportunas de tal modo que durante la ejecución de las obras se ofrezca seguridad absoluta, en detrimento de accidentes que puedan ocurrir por deficiencia en esta clase de precauciones; durante la noche estarán los puntos de trabajo perfectamente alumbrados y cercados los que por su índole fueran peligrosos.

MEDIOS AUXILIARES

No se abonarán en concepto de medios auxiliares más cantidades que las que figuren explícitamente consignadas en el presupuesto, entendiéndose que en todos los demás casos el costo de dichos medios está incluido en los correspondientes precios del presupuesto.

EJECUCION DE LAS OBRAS

El director de obra participará en todos los planes de organización técnica de las obras, así como en la procedencia de los materiales, y se cumplimentará cuantas órdenes ejecute en relación con datos extremos, siendo el mayor responsable en cuanto a alteraciones o modificaciones necesarias.

Las obras se ejecutarán conforme al proyecto y a las condiciones contenidas en este pliego de condiciones generales y en el pliego particular y siempre de acuerdo con las especificaciones señaladas en los de condiciones técnicas.

La ejecución de las obras será confiada a personal cuyos conocimientos técnicos y prácticos les permita realizar el trabajo correctamente, debiendo tener al frente del mismo un técnico suficientemente especializado a juicio del director de obra.

AIV.2. PLIEGO DE CONDICIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO.

OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

· Artículo 1

El pliego de condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de montaje, suministros e instalación de alumbrados públicos, especificadas a lo largo del correspondiente proyecto.

· Artículo 2

El desarrollo del proyecto queda sujeto a la normativa de aplicación especificada en la memoria del proyecto.

CAPÍTULO I: MATERIALES

· Artículo 3: Normativa general

Todos los materiales empleados, de cualquier tipo y clase, aún los no relacionados en este pliego, deberán ser de primera calidad.

Antes de la instalación, el contratista presentará a la dirección técnica los catálogos, cartas, muestras, etc, que ésta le solicite. No se podrán emplear materiales sin que previamente hayan sido aceptados por la dirección técnica.

Este control previo no constituye su recepción definitiva, pudiendo ser rechazados por la dirección técnica, aún después de colocados, si no cumpliesen con las condiciones exigidas en este pliego de condiciones, debiendo ser reemplazados por la contrata por otros que cumplan las calidades exigidas.

· Artículo 4: Conductores

Serán de las secciones que se especifican en los planos y memoria.

Todos los conductores tendrán doble capa de aislamiento, tipo VV 0,6/1 kV. La resistencia de aislamiento y la rigidez dieléctrica cumplirán lo establecido en la ITC BT.

Se tomara y enviará un informe por escrito a la dirección técnica, del nombre del fabricante de los conductores y se enviará una muestra de los mismos. Si el fabricante no reuniese la suficiente garantía a juicio de la dirección técnica, antes de instalar los conductores se comprobarán las características de éstos en un laboratorio oficial. Las pruebas se reducirán al cumplimiento de las condiciones anteriormente expuestas.

No se admitirán cables que no tengan la marca grabada en la cubierta exterior, que presente desperfectos superficiales o que no vayan en las bobinas de origen.

En las bobinas deberá figurar el nombre del fabricante, tipo de cable y sección.

· Artículo 5: Lámparas

Se utilizarán el tipo y potencia de lámparas especificadas en memoria y planos. El fabricante deberá de reconocer la garantía.

El bulbo exterior será de vidrio extraduro y las lámparas solo se montarán en la posición recomendada por el fabricante.

El consumo, en watios, no debe exceder del +10% del nominal si se mantiene la tensión dentro del +- 5% de la nominal.

La fecha de fabricación de las lámparas no será anterior en seis meses a la de montaje en obra.

· Artículo 6: Reactancias y condensadores

Serán las adecuadas a las lámparas. Su tensión será de 230 V.

Sólo se admitirán las reactancias y condensadores procedentes de una fábrica conocida y con gran solvencia en el mercado.

Llevarán inscripciones en las que se indique el nombre o marca del fabricante, la tensión o tensiones nominales en voltios, la intensidad nominal en amperios, la frecuencia en hertzios, el factor de potencia y la potencia nominal de la lámpara o lámparas para las cuales han sido previstos.

Si las conexiones se efectúan mediante bornes, regletas o terminales, deben fijarse de tal forma que no podrán soltarse o aflojarse al realizar la conexión o desconexión. Los terminales, bornes o regletas no deben servir para fijar ningún otro componente de la reactancia o condensador.

Las máximas pérdidas admisibles en el equipo de alto factor serán las siguientes:

v.s.b.p.	18 w: 8 w.
v.s.b.p.	35 w: 12 w.
v.s.a.p.	70 w: 13 w.
v.s.a.p.	150w: 20 w.
v.s.a.p.	250 w: 25 w.
v.m.c.c.	80 w: 12 w.
v.m.c.c.	125 w: 14 w.
v.m.c.c.	250 w: 20 w.

La reactancia alimentada a la tensión nominal, suministrará una corriente no superior al 5%, ni inferior al 10% de la nominal de la lámpara.

La capacidad del condensador debe quedar dentro de las tolerancias indicadas en las placas de características.

Durante el funcionamiento del equipo de alto factor no se producirán ruidos, ni vibraciones de ninguna clase.

· Artículo 7: Protección contra cortocircuitos

Cada punto de luz llevará dos cartuchos A.P.R. de 6 A., los cuales se montarán en portafusibles seccionables de 20 A.

· Artículo 8: Cajas de empalme y derivación

Estarán provistas de fichas de conexión y serán como mínimo P-549, es decir, con protección contra el polvo (5), contra las proyecciones de agua en todas direcciones (4) y contra una energía de choque de 20 julios (9).

· Artículo 9: Brazos murales

Serán galvanizados, con un peso de cinc no inferior a 0,4 kg/m².

Las dimensiones serán como mínimo las especificadas en el proyecto, pero en cualquier caso resistirán sin deformación una carga que estará en función del peso de la luminaria, según los valores adjuntos. Dicha carga se suspenderá en el extremo donde se coloca la luminaria:

Peso de la luminaria (kg)	Carga vertical (kg)
1	5
2	6
3	8
4	10
5	11
6	13
8	15
10	18
12	21
14	24

Los medios de sujección, ya sean placas o garras, también serán galvanizados.

En los casos en que los brazos se coloquen sobre apoyos de madera, la placa tendrá una forma tal que se adapte a la curvatura del apoyo.

En los puntos de entrada de los conductores se colocará una protección suplementaria de material aislante a base de anillos de protección de PVC.

· Artículo 10. Báculos y columnas

Serán galvanizados, con un peso de cinc no inferior a 0,4 kg/m².

Estarán contruidos en chapa de acero, con un espesor de 2,5 mm. cuando la altura útil no sea superior a 7 m. y de 3 mm. para alturas superiores.

Los báculos resistirán sin deformación una carga de 30 kg. suspendido en el extremo donde se coloca la luminaria, y las columnas o báculos resistirán un esfuerzo horizontal de acuerdo con los valores adjuntos, en donde se señala la altura de aplicación a partir de la superficie del suelo:

Altura (m.)	Fuerza horizontal (kg)	Altura de aplicación (m.)
6	50	3
7	50	4
8	70	4
9	70	5
10	70	6
11	90	6
12	90	7

En cualquier caso, tanto los brazos como las columnas y los báculos, resistirán las solicitudes previstas en la reglamentación con un coeficiente de seguridad no inferior a 3,5 particularmente teniendo en cuenta la acción del viento.

No deberán permitir la entrada de lluvia ni la acumulación de agua de condensación.

Las columnas y báculos deberán poseer una abertura de acceso para la manipulación de sus elementos de protección y maniobra, por lo menos a 0,30 m. del suelo, dotada de una puerta o trampilla con grado de protección contra la proyección de agua, que sólo se pueda abrir mediante el empleo de útiles especiales.  
Cuando por su situación o dimensiones, las columnas o báculos fijados o incorporados a obras de fábrica no permitan la instalación de los elementos de protección o maniobra en la base, podrán colocarse éstos en la parte superior, en lugar apropiado, o en la propia obra de fábrica.

Las columnas y báculos llevarán en su parte interior y próximo a la puerta de registro, un tornillo con tuerca para fijar la terminal de la pica de tierra.

· Artículo 11: Luminarias

Las luminarias cumplirán, como mínimo, las condiciones de las indicadas como tipo en el proyecto, en especial en:

- Tipo de portalámpara.
- Características fotométricas (curvas similares).
- Resistencia a los agentes atmosféricos.
- Facilidad de conservación e instalación.
- Estética.
- Facilidad de reposición de lámpara y equipos.
- Condiciones de funcionamiento de la lámpara, en especial la temperatura (refrigeración, protección contra el frío o el calor, etc).
- Protección, a lámpara y accesorios, de la humedad y demás agentes atmosféricos.
- Protección a la lámpara del polvo y de efectos mecánicos.

· Artículo 12: Cuadro de maniobra y control

Los armarios serán de poliéster con departamento separado para el equipo de medida, y como mínimo IP-549, es decir, con protección contra el polvo (5), contra las proyecciones del agua en todas las direcciones (4) y contra una energía de choque de 20 julios (9).

Todos los aparatos del cuadro estarán fabricados por casas de garantía y preparados para tensiones de servicio no inferior a 500 V.



Los fusibles serán APR, con bases apropiadas, de modo que no queden accesibles partes en tensión, ni sean necesarias herramientas especiales para la reposición de los cartuchos. El calibre será exactamente el propuesto en el proyecto.

Los interruptores y conmutadores serán rotativos y provistos de cubierta, siendo las dimensiones de sus piezas de contacto suficientes para que la temperatura en ninguna de ellas pueda exceder de 65°C, después de funcionar una hora con su intensidad nominal. Su construcción ha de ser tal que permita realizar un mínimo de maniobras de apertura y cierre, del orden de 10.000, con su carga nominal a la tensión de trabajo sin que se produzcan desgastes excesivos o averías en los mismos.

Los contactores estarán probados a 3.000 maniobras por hora y garantizados para cinco millones de maniobras, los contactos estarán recubiertos de plata. La bobina de tensión tendrá una tensión nominal de 400 V., con una tolerancia del +- 10 %. Esta tolerancia se entiende en dos sentidos: en primer lugar conectarán perfectamente siempre que la tensión varíe entre dichos límites, y en segundo lugar no se producirán calentamientos excesivos cuando la tensión se eleve indefinidamente un 10% sobre la nominal. La elevación de la temperatura de las piezas conductoras y contactos no podrá exceder de 65°C después de funcionar una hora con su intensidad nominal.

Asímismo, en tres interrupciones sucesivas, con tres minutos de intervalo, de una corriente con la intensidad correspondiente a la capacidad de ruptura y tensión igual a la nominal, no se observarán arcos prolongados, deterioro en los contactos, ni averías en los elementos constitutivos del contactor.

En los interruptores horarios no se consideran necesarios los dispositivos astronómicos. El volante o cualquier otra pieza serán de materiales que no sufran deformaciones por la temperatura ambiente. La cuerda será eléctrica y con reserva para un mínimo de 36 horas. Su intensidad nominal admitirá una sobrecarga del 20 % y la tensión podrá variar en un +- 20%. Se rechazará el que adelante o atrase más de cinco minutos al mes.

Los interruptores diferenciales estarán dimensionados para la corriente de fuga especificada en proyecto, pudiendo soportar 20.000 maniobras bajo la carga nominal. El tiempo de respuestas no será superior a 30 ms y deberán estar provistos de botón de prueba.

La célula fotoeléctrica tendrá alimentación a 220 V. +- 15%, con regulación de 20 a 200 lux.

Todo el resto de pequeño material será presentado previamente a la dirección técnica, la cual estimará si sus condiciones son suficientes para su instalación.

· Artículo 13: Protección de bajantes

Se realizará en tubo de hierro galvanizado de 2“ diámetro, provista en su extremo superior de un capuchón de protección de P.V.C., a fin de lograr estanquidad, y para evitar el rozamiento de los conductores con las aristas vivas del tubo, se utilizará un anillo de protección de P.V.C. La sujección del tubo a la pared se realizará mediante accesorios compuestos por dos piezas, vástago roscado para empotrar y soporte en chapa plastificado de tuerca incorporada, provisto de cierre especial de seguridad de doble plegado.

· Artículo 14: Tubería para canalizaciones subterráneas

Se utilizará exclusivamente tubería de PVC rígida de los diámetros especificados en el proyecto.

· Artículo 15: Cable fiador

Se utilizará exclusivamente cable espiral galvanizado reforzado, de composición 1x19+0, de 6 mm. de diámetro, en acero de resistencia 140 kg/mm², lo que equivale a una carga de rotura de 2.890 kg.

Se informará por escrito a la dirección técnica del nombre del fabricante y se enviará una muestra del mismo.

En las bobinas deberá figurar el nombre del fabricante, tipo del cable y diámetro.

CAPITULO II: EJECUCIÓN

· Artículo 16: Replanteo

El replanteo de la obra se hará por la dirección técnica, con representación del contratista. Se dejarán estaquillas o cuantas señalizaciones estime conveniente la dirección técnica. Una vez terminado el replanteo, se efectuará el compromiso de la vigilancia y conservación de la señalización.

Cualquier nuevo replanteo que fuese preciso, por desaparición de las señalizaciones, será nuevamente ejecutado por la dirección técnica.



· CAPITULO II-A: CONDUCCIONES SUBTERRANEAS

IIA.1 Zanjas

· Artículo 17. Excavación y relleno.

Las zanjas no se excavarán hasta que vaya a efectuarse la colocación de los tubos protectores, y en ningún caso con antelación superior a ocho días. El contratista tomará las disposiciones convenientes para dejar el menor tiempo posible abiertas las excavaciones con objeto de evitar accidentes.

Si la causa de la constitución del terreno o por causas atmosféricas las zanjas amenazasen derrumbarse, deberán ser entibadas, tomándose las medidas de seguridad necesarias para evitar el desprendimiento del terreno y que éste sea arrastrado por las aguas.

En el caso en que penetrase agua en las zanjas, ésta deberá ser achicada antes de iniciar el relleno.

El fondo de las zanjas se nivelará cuidadosamente, retirando todos los elementos puntiagudos o cortantes. Sobre el fondo se depositará la capa de arena que servirá de asiento a los tubos.

En el relleno de las zanjas se emplearán los productos de las excavaciones, salvo cuando el terreno sea rocoso, en cuyo caso se utilizará tierra de otra procedencia. Las tierras de relleno estarán libres de raíces, fangos y otros materiales que sean susceptibles de descomposición o de dejar huecos perjudiciales. Después de rellenar las zanjas se apisonarán bien, dejándolas así algún tiempo para que las tierras vayan asentándose y no exista peligro de roturas posteriores en el pavimento, una vez que se haya repuesto.

La tierra sobrante de las excavaciones que no pueda ser utilizada en el relleno de las zanjas, deberá quitarse allanando y limpiando el terreno circundante. Dicha tierra deberá ser transportada a un lugar donde al depositarle no ocasione perjuicio alguno.

· Artículo 18: Colocación de los tubos

Los conductos protectores de los cables estarán constituidos exclusivamente por tubería de P.V.C. rígido, de los diámetros especificados en el proyecto.

Los tubos descansarán sobre una capa de arena de espesor no inferior a 5 cm. La superficie exterior de los tubos quedará a una distancia mínima de 46 cm. por debajo del suelo o pavimento terminado.

Se cuidará la perfecta colocación de los tubos, sobre todo en las juntas, de manera que no queden cantos vivos que puedan perjudicar la protección del cable.

Los tubos se colocarán completamente limpios por dentro, y durante la obra se cuidará de que no entren materias extrañas.

A unos 10 cm. por encima de los tubos se situará la cinta señalizadora.

· Artículo 19: Cruces con canalizaciones o calzadas

En los cruces con canalizaciones eléctricas o de otra naturaleza (agua, gas, etc.) y de calzadas de vías con tránsito rodado, se rodearán los tubos de una capa de hormigón en masa con un espesor mínimo de 10 cm.

En los cruces con canalizaciones, la longitud de tubo a hormigonar será, como mínimo, de 1 m. a cada lado de la canalización existente, debiendo ser la distancia entre ésta y la pared exterior de los tubos de 15 cm. por lo menos.

Al hormigonar los tubos se pondrá un especial cuidado para impedir la entrada de lechadas de cemento dentro de ellos, siendo aconsejable pegar los tubos con el producto apropiado.

IIA.2 Cimentación de Báculos y columnas

· Artículo 20: Excavación

Se refiere a la excavación necesaria para los macizos de las fundaciones de los báculos y columnas, en cualquier clase de terreno.

Esta unidad de obra comprende la retirada de la tierra y relleno de la excavación resultante después del hormigonado, agotamiento de aguas, entibado y cuantos elementos sean en cada caso necesarios para su ejecución.

Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán lo más posible a las dadas en el proyecto o en su defecto a las indicadas por la dirección técnica. Las paredes de los hoyos serán verticales. Si por cualquier otra causa se originase un aumento en el volumen de la excavación, ésta sería por cuenta del contratista, certificándose solamente el volumen teórico. Cuando sea necesario variar las dimensiones de la excavación, se hará de acuerdo con la dirección técnica.

En terrenos inclinados, se efectuará una explanación del terreno. Como regla general se estipula que la profundidad de la excavación debe referirse al nivel medio antes citado. La explanación se prolongará hasta 30 cm., como mínimo, por fuera de la excavación prolongándose después con el talud natural de la tierra circundante.

Se tomará las disposiciones convenientes para dejar el menor tiempo posible abiertas las excavaciones, con el objeto de evitar accidentes.

Si a causa de la constitución del terreno o por causas atmosféricas los fosos amenazasen derrumbarse, deberán ser entibados, tomándose las medidas de seguridad necesarias para evitar el desprendimiento del terreno y que éste sea arrastrado por las aguas.

En el caso de que penetrase agua en los fosos, ésta deberá ser achicada antes del relleno de hormigón.

La tierra sobrante de las excavaciones que no pueda ser utilizada en el relleno de los fosos, deberá quitarse allanando y limpiando el terreno que lo circunda. Dicha tierra deberá ser transportada a un lugar donde al depositarla no ocasione perjuicio alguno.

Se prohíbe el empleo de aguas que procedan de ciénagas, o estén muy cargadas de sales carbonosas o selenitosas.

· Artículo 21: Hormigón

El amasado de hormigón se efectuará en hormigonera o a mano, siendo preferible el primer procedimiento; en el segundo caso se hará sobre chapa metálica de suficientes dimensiones para evitar se mezcle con tierra y se procederá primero a la elaboración del mortero de cemento y arena, añadiéndose a continuación la grava, y entonces se le dará una vuelta a la mezcla, debiendo quedar ésta de color uniforme; si así no ocurre, hay que volver a dar otras vueltas hasta conseguir la uniformidad; una vez conseguida se añadirá a continuación el agua necesaria antes de verter al hoyo.

Se empleará hormigón cuya dosificación sea de 200 kg/m³. La composición normal de la mezcla será:

- Cemento: 1
- Arena: 3
- Grava: 6

La dosis de agua no es un dato fijo, y varía según las circunstancias climatológicas y los áridos que se empleen.

El hormigón obtenido será de consistencia plástica, pudiéndose comprobar su docilidad por medio del cono de Abrams. Dicho cono consiste en un molde tronco-cónico de 30 cm. de altura y bases de 10 y 20 cm. de diámetro. Para la prueba se coloca el molde apoyado por su base mayor, sobre un tablero, llenándolo por su base menor, y una vez lleno de hormigón y enrasado se levanta dejando caer con cuidado la masa. Se mide la altura ”H“ del hormigón formado y en función de ella se conoce la consistencia:

Consistencia	H (cm.)
Seca	30 a 28
Plástica	28 a 20
Blanda	20 a 15
Fluida	15 a 10

En la prueba no se utilizará árido de más de 5 cm.

IIA.3 Otros trabajos

· Artículo 22: Transporte e izado de báculos y columnas

Se emplearán los medios auxiliares necesarios para que durante el transporte no sufran las columnas y báculos deterioro alguno.

El izado y colocación de los báculos y columnas se efectuará de modo que queden perfectamente aplomados en todas las direcciones.

Las tuercas de los pernos de fijación estarán provistas de arandelas.

La fijación definitiva se realizará a base de contratuerkas, nunca por graneteo. Terminada esta operación se rematará la cimentación con mortero de cemento.

· Artículo 23: Arquetas de registro

Serán de las dimensiones especificadas en el proyecto, dejando como fondo la tierra original a fin de facilitar el drenaje.

El marco será de angular 45x45x5 y la tapa, prefabricada, de hormigón de Rk= 160 kg/cm², armado con diámetro 10 o metálica y marco de angular 45x45x5. En el caso de aceras con terrazo, el acabado se realizará fundiendo losas de idénticas características.

El contratista tomará las disposiciones convenientes para dejar el menor tiempo posible abiertas las arquetas con el objeto de evitar accidentes.

Cuando no existan aceras, se rodeará el conjunto arqueta-cimentación con bordillos de 25x15x12 prefabricados de hormigón, debiendo quedar la rasante a 12 cm. sobre el nivel del terreno natural.

· Artículo 24: Tendido de los conductores

El tendido de los conductores se hará con sumo cuidado, evitando la formación de cocas y torceduras, así como roces perjudiciales y tracciones exageradas.

No se dará a los conductores curvaturas superiores a las admisibles para cada tipo. El radio interior de curvatura no será menor que los valores indicados por el fabricante de los conductores.

· Artículo 25: Acometidas

Serán de las secciones especificadas en el proyecto, se conectarán en las cajas situadas en el interior de las columnas y báculos, no existiendo empalmes en el interior de los mismos. Sólo se quitará el aislamiento de los conductores en la longitud que penetren en las bornas de conexión.

Las cajas estarán provistas de fichas de conexión (IV). La protección será, como mínimo, IP-437, es decir, protección contra cuerpos sólidos superiores a 1 mm. (4), contra agua de lluvia hasta 60° de la vertical (3) y contra energía de choque de 6 julios (7). Los fusibles (I) serán APR de 6 A, e irán en la tapa de la caja, de modo que ésta haga la función de seccionamiento. La entrada y salida de los conductores de la red se realizará por la cara inferior de la caja y la salida de la acometida por la cara superior.

Las conexiones se realizarán de modo que exista equilibrio entre fases.

Cuando las luminarias no lleven incorporado el equipo de reactancia y condensador, dicho equipo se fijará sólidamente en el interior del báculo o columna en lugar accesible.

· Artículo 26: Empalmes y derivaciones

Los empalmes y derivaciones se realizarán preferiblemente en las cajas de acometidas descritas en el apartado anterior. De no resultar posible se harán en las arquetas, usando fichas de conexión (una por hilo), las cuales se encintarán con cinta autosoldable de una rigidez dieléctrica de 12 kV/mm, con capas a medio solape y encima de una cinta de vinilo con dos capas a medio solape.

Se reducirá al mínimo el número de empalmes, pero en ningún caso existirán empalmes a lo largo de los tendidos subterráneos.

· Artículo 27: Tomas de tierra

Cada báculo o columna dispondrá de tantos electrodos de difusión como sean necesarios para obtener una resistencia de difusión inferior a 20 ohmios, los cuales se conectarán ente sí y al báculo o columna con conductor desnudo de 35 mm<sup>2</sup> (Cu). Cuando sean necesarios más de un electrodo, la separación entre ellos será, como mínimo, vez y media la longitud de uno de ellos, pero nunca quedarán a más de 3 m. del macizo de hormigón.

Cada báculo o columna llevará una p.a.t. de las descritas en el párrafo anterior. Todas ellas se unirán con un conductor 1x35 mm<sup>2</sup> (Cu) desnudo.

· Artículo 28: Bajantes

En las protecciones se utilizará, exclusivamente, el tubo y accesorios descritos.

Dicho tubo alcanzará una altura mínima de 2,50 m. sobre el suelo.

· CAPITULO II-C. TRABAJOS COMUNES.

· Artículo 29: Fijación y regulación de las luminarias

Las luminarias se instalarán con la inclinación adecuada a la altura del punto de luz, ancho de calzada y tipo de luminaria. En cualquier caso su plano transversal de simetría será perpendicular al de la calzada.

En las luminarias que tengan regulación de foco, las lámparas se situarán en el punto adecuado a su forma geométrica, a la óptica de la luminaria, a la altura del punto de luz y al ancho de la calzada.

Cualquiera que sea el sistema de fijación utilizado (brida, tornillo de presión, rosca, rótula, etc.) una vez finalizados el montaje, la luminaria quedará rígidamente sujeta, de modo que no pueda girar u oscilar respecto al soporte.

· Artículo 30: Cuadro de maniobra y control

Todas las partes metálicas (bastidor, barras soporte, etc.) estarán estrictamente unidas entre sí y a una toma de tierra con una resistencia de difusión no inferior a 20 ohmios, unida por un conductor de 16 mm<sup>2</sup> (Cu) tipo VV 0,6/1 kV.

La entrada y salida de los conductores se realizará de tal modo que no haga bajar el grado de estanquidad del armario.

· Artículo 31: Célula fotoeléctrica

Se instalará orientada al Norte, de tal forma que no sea posible que reciba luz de ningún punto de luz de alumbrado público, de los faros de los vehículos o de ventanas próximas. De ser necesario se instalarán pantallas de chapa galvanizada o aluminio con las dimensiones y orientación que indique la dirección técnica.

· Artículo 32: Medida de iluminación

La comprobación del nivel medio de alumbrado será verificada pasados los 30 días de funcionamiento de las instalaciones. Se tomará una zona de la calzada comprendida entre dos puntos de luz consecutivos de una misma banda si éstos están situados al tresbolillo, y entre tres en caso de estar pareados o dispuestos unilateralmente. Los puntos de luz que se escojan estarán separados una distancia que sea lo más cercana posible a la separación media.

En las horas de menos tráfico, e incluso cerrando éste, se dividirá la zona en rectángulos de dos a tres metros de largo midiéndose la iluminancia horizontal en cada uno de los vértices. Los valores obtenidos multiplicados por el factor de conservación, se indicará en un plano.

Las mediciones se realizarán a ras del suelo y, en ningún caso, a una altura superior a 50 cm., debiendo tomar las medidas necesarias para que no se interfiera la luz procedente de las diversas luminarias.

La célula fotoeléctrica del luxómetro se mantendrá perfectamente horizontal durante la lectura de iluminancia; en caso de que la luz incida sobre el plano de la calzada en ángulo comprendido entre 60° y 70° con la vertical, se tendrá en cuenta el "error de coseno". Si la adaptación de la escala del luxómetro se efectúa mediante filtro, se considerará dicho error a partir de los 50°.

Antes de proceder a esta medición se autorizará al adjudicatario a que efectúe una limpieza de polvo que se hubiera podido depositar sobre los reflectores y aparatos.

La iluminancia media se definirá como la relación de la mínima intensidad de iluminación, a la media intensidad de iluminación.

· Artículo 33: Seguridad

Al realizar los trabajos en vías públicas, tanto urbanas como interurbanas o de cualquier tipo, cuya ejecución pueda entorpecer la circulación de vehículos, se colocarán las señales indicadoras que especifica el vigente código de circulación. Igualmente se tomarán las oportunas precauciones en prevención de accidentes de peatones, como consecuencia de la ejecución de la obra.



---

---

## Anexo V: Prevención de riesgos

*Introducción*  
*Derechos y obligaciones*  
*Servicios de prevención*  
*Consulta y participación de los trabajadores*

En cumplimiento del Real Decreto 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales tiene por objeto la determinación del cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Establece un marco legal a partir del cual las normas reglamentarias irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Éstas normas complementarias quedan resumidas según los siguientes puntos:

- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

AV.1. DERECHOS Y OBLIGACIONES.

DERECHO A LA PROTECCIÓN FRENTE A LOS RIESGOS LABORALES

Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

A este efecto, se realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos siguientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta, participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente y vigilancia de la salud.

PRINCIPIOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA

Quedarán aplicadas las medidas preventivas pertinentes, con arreglo a los siguientes principios generales:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- Adoptar las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- Prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador.

EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS

La acción preventiva se planificará de manera que a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo.

De alguna manera se podrían clasificar las causas de los riesgos en las categorías siguientes:

- Insuficiente calificación profesional del personal dirigente, jefes de equipo y obreros.
- Empleo de maquinaria y equipos en trabajos que no corresponden a la finalidad para la que fueron concebidos o a sus posibilidades.
- Negligencia en el manejo y conservación de las máquinas e instalaciones. Control deficiente en la explotación.
- Insuficiente instrucción del personal en materia de seguridad.

Referente a las máquinas herramienta, los riesgos que pueden surgir al manejarlas se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Se puede producir un accidente o deterioro de una máquina si se pone en marcha sin conocer su modo de funcionamiento.
- La lubricación deficiente conduce a un desgaste prematuro por lo que los puntos de engrase manual deben ser engrasados regularmente.
- Puede haber ciertos riesgos si alguna palanca de la máquina no está en su posición correcta.
- El resultado de un trabajo puede ser poco exacto si las guías de las máquinas se desgastan, y por ello hay que protegerlas contra la introducción de virutas.

Puede haber riesgos mecánicos que se deriven fundamentalmente de los diversos movimientos que realicen las distintas partes de una máquina y que pueden provocar que el operario:

- Entre en contacto con alguna parte de la máquina o ser atrapado entre ella y cualquier estructura fija o material.
- Sea golpeado o arrastrado por cualquier parte en movimiento de la máquina.
- Ser golpeado por elementos de la máquina que resulten proyectados.
- Ser golpeado por otros materiales proyectados por la máquina.
- Puede haber riesgos no mecánicos tales como los derivados de la utilización de energía eléctrica, productos químicos, generación de ruido, vibraciones, radiaciones, etc.

Los movimientos peligrosos de las máquinas se clasifican en cuatro grupos:

Movimientos de rotación. Son aquellos movimientos sobre un eje con independencia de la inclinación del mismo y aún cuando giren lentamente. Se clasifican en los siguientes grupos:

- Elementos considerados aisladamente tales como árboles de transmisión, vástagos, brocas, acoplamientos.
- Puntos de atrapamiento entre engranajes y ejes girando y otras fijas o dotadas de desplazamiento lateral a ellas.

Movimientos alternativos y de traslación. El punto peligroso se sitúa en el lugar donde

la pieza dotada de este tipo de movimiento se aproxima a otra pieza fija o móvil y la sobrepasa.

- Movimientos de traslación y rotación. Las conexiones de bielas y vástagos con ruedas y volantes son algunos de los mecanismos que generalmente están dotadas de este tipo de movimientos.
- Movimientos de oscilación. Las piezas dotadas de movimientos de oscilación pendular generan puntos de "tijera" entre ellas y otras piezas fijas.

Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie como consecuencia de los controles periódicos previstos en el apartado anterior, su inadecuación a los fines de protección requeridos.

EQUIPOS DE TRABAJO Y MEDIOS DE PROTECCIÓN

Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, se adoptará las medidas necesarias con el fin de que:

- La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.
- Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.

Se proporcionará a los trabajadores de equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos.

INFORMACIÓN, CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES

Se tomarán las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con:

- Los riegos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos.

Los trabajadores tendrán derecho a efectuar propuestas, así como a los órganos competentes en esta materia, dirigidas a la mejora de los niveles de la protección de la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, en materia de señalización en dichos lugares, en cuanto a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en las obras de construcción y en cuanto a utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES

Quedará garantizado que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva.

MEDIDAS DE EMERGENCIA

Teniendo en cuenta el tamaño y la actividad, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, se analizará las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento.

RIESGO GRAVE E INMINENTE

Cuando los trabajadores estén expuestos a un riesgo grave e inminente con ocasión de su trabajo, el empresario estará obligado a:

- Informar lo antes posible a todos los trabajadores afectados acerca de la existencia de dicho riesgo y de las medidas adoptadas en materia de protección.
- Dar las instrucciones necesarias para que, en caso de peligro grave, inminente e inevitable, los trabajadores puedan interrumpir su actividad y además estar en condiciones, habida cuenta de sus conocimientos y de los medios técnicos puestos a su disposición, de adoptar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

VIGILANCIA DE LA SALUD

Se garantizará a los trabajadores la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo, optando por la realización de aquellos reconocimientos o pruebas que causen las menores molestias al trabajador y que sean proporcionales al riesgo.

DOCUMENTACIÓN

Se conformará y se dispondrá a disposición de la autoridad laboral la siguiente documentación:

- Evaluación de los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo, y planificación de la acción preventiva.
- Medidas de protección y prevención a adoptar.
- Resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo.
- Práctica de los controles del estado de salud de los trabajadores.
- Relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una incapacidad laboral superior a un día de trabajo.

PROTECCIÓN DE TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES A DETERMINADOS RIESGOS

Se garantizará, evaluando los riesgos y adoptando las medidas preventivas necesarias, la protección de los trabajadores que, por sus propias características personales o estado biológico conocido, incluidos aquellos que tengan reconocida la situación de discapacidad física, psíquica o sensorial, sean específicamente sensibles a los riesgos derivados del trabajo.

PROTECCIÓN DE LA MATERNIDAD

La evaluación de los riesgos deberá comprender la determinación de la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las trabajadoras en situación de embarazo o parto reciente, a agentes, procedimientos o condiciones de trabajo que puedan influir negativamente en la salud de las trabajadoras o del feto, adoptando, en su caso, las medidas necesarias para evitar la exposición a dicho riesgo.

PROTECCIÓN DE LOS MENORES

Antes de la incorporación al trabajo de jóvenes menores de dieciocho años, y previamente a cualquier modificación importante de sus condiciones de trabajo, el empresario deberá efectuar una evaluación de los puestos de trabajo a desempeñar por los mismos, a fin de determinar la naturaleza, el grado y la duración de su exposición, teniendo especialmente en cuenta los riesgos derivados de su falta de experiencia, de su inmadurez para evaluar los riesgos existentes o potenciales y de su desarrollo todavía incompleto.

RELACIONES DE TRABAJO TEMPORALES, DE DURACIÓN DETERMINADA Y EN EMPRESAS DE TRABAJO TEMPORAL

Los trabajadores con relaciones de trabajo temporales o de duración determinada, así como los contratados por empresas de trabajo temporal, deberán disfrutar del mismo nivel de protección en materia de seguridad y salud que los restantes trabajadores de la empresa en la que prestan sus servicios.

OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS

Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones a cumplir, deberán en particular:

- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes.
- Informar de inmediato un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente.



AV.2. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.

PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES

En cumplimiento del deber de prevención de riesgos profesionales, se designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa. Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores.

SERVICIOS DE PREVENCIÓN

Se entenderá como servicio de prevención el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados.

AV.3. CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

CONSULTA DE LOS TRABAJADORES

Se deberá consultar a los trabajadores, con la debida antelación, la adopción de las decisiones relativas a:

- La planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que éstas pudieran tener para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- La organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa, incluida la designación de los trabajadores encargados de dichas actividades o el recurso a un servicio de prevención externo.
- La designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.
- El proyecto y la organización de la formación en materia preventiva.

DERECHOS DE PARTICIPACIÓN Y REPRESENTACIÓN

Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo, siendo la participación de éstos canalizada a través de sus la representación especializada.

DELEGADOS DE PREVENCIÓN

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Serán designados por y entre los representantes del personal.

---

## Anexo VI: Seguridad y salud

*Obras*  
*Equipo de protección*  
*Equipo de trabajo*  
*Señalización*

AVI.1. DISPOSICIONES MÍNIMAS EN LAS OBRAS.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a garantizar la seguridad y la salud en las obras de construcción.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre de 1.997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, entendiendo como tales cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil.

La obra en proyecto referente a la Ejecución de una Red de Alumbrado Público se encuentra incluida en el Anexo I de dicha legislación, con la clasificación a) Excavación, b) Movimiento de tierras, c) Construcción, e) Acondicionamiento o instalación, k) Mantenimiento y l) Trabajos de pintura y de limpieza.

Al tratarse de una obra con las siguientes condiciones:

- a) El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 450 mil euros.
- b) La duración estimada es inferior a 30 días laborables, no utilizándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) El volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, es inferior a 500.

Por todo lo indicado, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud. Caso de superarse alguna de las condiciones citadas anteriormente deberá realizarse un estudio completo de seguridad y salud.

RIESGOS MÁS FRECUENTES EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN

Para llevar a cabo la magnitud del proyecto, según el estudio realizado, los oficios más comunes que se suceden en la obra son los siguientes:

- Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.
- Relleno de tierras.
- Encofrados.
- Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.
- Trabajos de manipulación del hormigón.
- Montaje de estructura metálica
- Montaje de prefabricados.
- Albañilería.
- Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.

Al ejecutar estos oficios se deben asumir los siguientes riesgos por su estadística de frecuencia:

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Los derivados de los trabajos pulverulentos.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc.
- Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.
- Contactos con la energía eléctrica (directos e indirectos), electrocuciones, quemaduras, etc.
- Cuerpos extraños en los ojos, etc.
- Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- Microclima laboral (frío-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja.
- Agresión mecánica por proyección de partículas.
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Incendio y explosiones.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Carga de trabajo física.
- Deficiente iluminación.
- Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.

MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos así como las medidas preventivas previstas y se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles.

Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.

El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras. El traslado de elementos pesados se hará sobre carretilla de mano evitando sobreesfuerzos y lesiones.

Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a 60 cm, prohibiéndose la formación de andamios mediante cualquier tipo de material que no presente ésta funcionalidad.

Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.

El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados. Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo están en posición inestable y se facilitará que la carga y su volumen permitan ser asidas con comodidad.

Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo y el cruzamiento o exposición de barrizales.

Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.

La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.

Es conveniente que los vestidos estén configurados en varias capas al comprender entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío. Empleo de guantes, botas y orejeras. Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables. Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por radiación, dotar al trabajador de vestimenta adecuada, vigilar que la ingesta de agua tenga cantidades moderadas de sal y establecer descansos de recuperación si las soluciones anteriores no son suficientes. El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras y recubrimiento o aislamiento de las partes activas. En la misma onda y para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto. Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

MEDIDAS PREVENTIVAS PARA CADA OFICIO

Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.

Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno prohibiéndose el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno, señalizándose además mediante una línea esta distancia de seguridad.

Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de la excavación que por su situación ofrezcan el riesgo de desprendimiento.

La maquinaria estará dotada de peldaños y asidero para subir o bajar de la cabina de control. No se utilizará como apoyo para subir a la cabina las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.

Los desplazamientos por el interior de la obra se realizarán por caminos señalizados.

Se utilizarán redes tensas o mallazo electrosoldado situadas sobre los taludes, con un solape mínimo de 2 m.

La circulación de los vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 m. para vehículos ligeros y de 4 m para pesados.

Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zahorras.

El acceso y salida de los pozos y zanjas se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior del pozo, que estará provista de zapatas antideslizantes.

Cuando la profundidad del pozo sea igual o superior a 1,5 m., se entibará (o encamisará) el perímetro en prevención de derrumbamientos.

Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes. En presencia de líneas eléctricas en servicio se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

- Se procederá a solicitar de la compañía propietaria de la línea eléctrica el corte de fluido y puesta a tierra de los cables, antes de realizar los trabajos.
  - La línea eléctrica que afecta a la obra será desviada de su actual trazado al limite marcado en los planos.
  - La distancia de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan la obra, queda fijada en 5 m., en zonas accesibles durante la construcción.
- Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.

Relleno de tierras

Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.

Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras.

Se instalará, en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.

Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m. en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.

Los vehículos de compactación y apisonado, irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.

Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra

Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores al 1’50 m.

Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetas, etc.) de trabajo.

Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical.

Se prohíbe trepar por las armaduras en cualquier caso.

Se prohíbe el montaje de zunchos perimetrales, sin antes estar correctamente instaladas las redes de protección.

Se evitará, en lo posible, caminar por los fondillos de los encofrados de jácenas o vigas.

Trabajos de Manipulación del hormigón

Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos.

Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m. del borde de la excavación.

Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.

Se procurará no golpear con el cubo los encofrados, ni las entibaciones.

La tubería de la bomba de hormigonado, se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.

Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se establecerán plataformas de trabajo móviles formadas por un mínimo de tres tablonos, que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.

Montaje de elementos metálicos

Los elementos metálicos (báculos, postes, etc) se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas, estableciendo capas hasta una altura no superior al 1’50 m.

Las operaciones de soldadura en altura, se realizarán desde el interior de una guindola de soldador, provista de una barandilla perimetral de 1 m. de altura formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié. El soldador, además, amarrará el mosquetón del cinturón a un cable de seguridad, o a argollas soldadas a tal efecto en la perfilería.

Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.

Se prohíbe la permanencia de operarios directamente bajo tajos de soldadura.

El ascenso o descenso, se realizará mediante una escalera de mano provista de zapatas antideslizantes y ganchos de cuelgue e inmovilidad dispuestos de tal forma que sobrepase la escalera 1 m. la altura de desembarco.

El riesgo de caída al vacío se cubrirá mediante la utilización de redes de horca (o de bandeja).

Montaje de prefabricados

El riesgo de caída desde altura, se evitará realizando los trabajos de recepción e instalación del prefabricado desde el interior de una plataforma de trabajo rodeada de barandillas de 90 cm., de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm., sobre andamios (metálicos, tubulares de borriquetas).

Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas en prevención del riesgo de desplome.

Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no dañen los elementos de enganche para su izado.

Se paralizará la labor de instalación de los prefabricados bajo régimen de vientos superiores a 60 Km/h.

Albañilería

Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales.

Pintura y barnizados

Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas.

Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión o de incendio.

Se tenderán redes horizontales sujetas a puntos firmes de la estructura, para evitar el riesgo de caída desde alturas.

Se prohíbe la conexión de aparatos de carga accionados eléctricamente (puentes grúa por ejemplo) durante las operaciones de pintura de carriles, soportes, topes, barandillas, etc., en prevención de atrapamientos o caídas desde altura.

Instalación eléctrica provisional de obra

El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.

Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.

La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.

El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.

Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.

Las mangueras de “alargadera” por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.

Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.

Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.

Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a “pies derechos” firmes.

Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.

Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.

La tensión siempre estará en la clavija “hembra”, nunca en la “macho”, para evitar los contactos eléctricos directos.

Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

- 300 mA. Alimentación a la maquinaria.
- 30 mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
- 30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.

Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.

El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.

El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:

- Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.
- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
- La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.

- Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

No se permitirá las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.

No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.

No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.

AVI.2. DISPOSICIONES PARA EQUIPOS DE PROTECCIÓN.

Según el Real Decreto 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Así son las normas de desarrollo reglamentario las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que no puedan evitarse o limitarse suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización en el trabajo.

Será de obligatorio cumplimiento el uso de los equipos de protección individual que quedan expuestos a continuación.

Protectores de la cabeza.

- Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

Protectores de manos y brazos.

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- Guantes dieléctricos para B.T.
- Guantes de soldador.
- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.

Protectores de pies y piernas.

- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- Botas dieléctricas para B.T.
- Botas de protección impermeables.
- Polainas de soldador.
- Rodilleras.

Protectores del cuerpo.

- Crema de protección y pomadas.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- Traje impermeable de trabajo.
- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- Fajas y cinturones antivibraciones.
- Pértiga de B.T.
- Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- Linterna individual de situación.
- Comprobador de tensión.

AVI.3. DISPOSICIONES PARA EQUIPOS DE TRABAJO.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a garantizar que de la presencia o utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no se deriven riesgos para la seguridad o salud de los mismos.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 1215/1997 de 18 de Julio de 1.997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, entendiendo como tales cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.

OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO

Se adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos.

Queda garantizado el uso únicamente de equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación.

Para la elección de los equipos de trabajo se decidirán según los siguientes factores:

- Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.
- Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.

Se adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones adecuadas. Todas las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizará tras haber parado o desconectado el equipo.

Estas operaciones deberán ser encomendadas al personal especialmente capacitado para ello.

Los trabajadores recibirán la formación e información adecuadas a los riesgos derivados de los equipos de trabajo. La información, suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.
- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.



DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO

Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad; cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos; cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios.

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.

Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto de la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.

Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.

La utilización de todos estos equipos no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante, comprobándose antes del iniciar la tarea que todas sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.

Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar el atrapamiento del cabello, ropas de trabajo u otros objetos del trabajador, evitando, en cualquier caso, someter a los equipos a sobrecargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas.

Equipos de trabajo móviles

Los equipos con trabajadores transportados deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo incline más de un cuarto de vuelta o una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor de los trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta. No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo.

Las carretillas elevadoras deberán estar acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor, una estructura que impida que la carretilla vuelque, una estructura que garantice que, en caso de vuelco, quede espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y determinadas partes de dicha carretilla y una estructura que mantenga al trabajador sobre el asiento de conducción en buenas condiciones.

Los equipos de trabajo automotores deberán contar con dispositivos de frenado y parada, con dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada y con una señalización acústica de advertencia. En cualquier caso, su conducción estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una información específica.

Equipos de trabajo para elevación de cargas

Deberán estar instalados firmemente, teniendo presente la carga que deban levantar y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación. En cualquier caso, los aparatos de izar estarán equipados con limitador del recorrido del carro y de los ganchos, los motores eléctricos estarán provistos de limitadores de altura y del peso, los ganchos de sujeción serán de acero con ”pestillos de seguridad“ y los carriles para desplazamiento estarán limitados a una distancia de 1 m de su término mediante topes de seguridad de final de carrera eléctricos.

Deberá figurar claramente la carga nominal.

Deberán instalarse de modo que se reduzca el riesgo de que la carga caiga en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa. En cualquier caso, se evitará la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas. Caso de ir equipadas con cabinas para trabajadores deberá evitarse la caída de éstas, su aplastamiento o choque.

Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h.

Equipos de trabajo para movimiento de tierras y maquinaria pesada en general

Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y antiimpactos y un extintor.

Queda exento trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.

Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalizará su entorno con “señales de peligro”, para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.

Si se produjese contacto con líneas eléctricas el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. De ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, al unísono, la máquina y el terreno. Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento (la cuchilla, cazo, etc.), puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.

Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barro y aceite, para evitar los riesgos de caída.

Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes) a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina. Se señalizarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.

Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m. del borde de la excavación (como norma general).

Se prohíbe realizar trabajos en un radio de 10 m entorno a las máquinas de hinca, en prevención de golpes y atropellos.

Las cintas transportadoras estarán dotadas de pasillo lateral de visita de 60 cm de anchura y barandillas de protección de éste de 90 cm de altura. Estarán dotadas de encauzadores antidesprendimientos de objetos por rebose de materiales. Bajo las cintas, en todo su recorrido, se instalarán bandejas de recogida de objetos desprendidos.

Los compresores serán de los llamados “silenciosos” en la intención de disminuir el nivel de ruido. La zona dedicada para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4 m. Las mangueras estarán en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas ni desgastes que puedan producir un reventón.

Cada tajo con martillos neumáticos, estará trabajado por dos cuadrillas que se turnarán cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada recibiendo vibraciones. Los pisones mecánicos se guiarán avanzando frontalmente, evitando los desplazamientos laterales. Para realizar estas tareas se utilizará faja elástica de protección de cintura, muñequeras bien ajustadas, botas de seguridad, cascos antirruído y una mascarilla con filtro mecánico recambiable.

DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LA MAQUINARIA HERRAMIENTA

Las máquinas-herramienta estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa, las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones, mientras que las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes. Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente.

Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.

Para todas las tareas se dispondrá una iluminación adecuada, en torno a 100 lux.

En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan.

Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de los forjados, con la excepción de los que estén claramente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc). Bajo ningún concepto se retirará la protección del disco de corte, utilizándose en todo momento gafas de seguridad antiproyección de partículas. Como norma general, se deberán extraer los clavos o partes metálicas hincadas en el elemento a cortar. Con las pistolas fija-clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara, se evitará clavar sobre fábricas de ladrillo hueco y se asegurará el equilibrio de la persona antes de efectuar el disparo. Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar taladros en una sola maniobra y taladros o rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.

En las tareas de soldadura por arco eléctrico se utilizará yelmo del soldar o pantalla de mano, no se mirará directamente al arco voltaico, no se tocarán las piezas recientemente soldadas, se soldará en un lugar ventilado, se verificará la inexistencia de personas en el entorno vertical de puesto de trabajo, no se dejará directamente la pinza en el suelo o sobre la perfilería, se escogerá el electrodo adecuada para el cordón a ejecutar y se suspenderán los trabajos de soldadura con vientos superiores a 60 km/h y a la intemperie con régimen de lluvias.

En la soldadura oxiacetilénica (oxicorte) no se mezclarán botellas de gases distintos, éstas se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, no se ubicarán al sol ni en posición inclinada y los mecheros estarán dotados de válvulas antirretroceso de la llama. Si se desprenden pinturas se trabajará con mascarilla protectora y se hará al aire libre o en un local ventilado.

AVI.4. DISPOSICIONES DE SEÑALIZACIÓN.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a garantizar que en los lugares de trabajo exista una adecuada señalización de seguridad y salud, siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 485/1997 de 14 de Abril de 1.997 establece las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo, entendiendo como tales aquellas señalizaciones que referidas a un objeto, actividad o situación determinada, proporcionen una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual.

La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

- Las características de la señal.
- Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- La extensión de la zona a cubrir.
- El número de trabajadores afectados.

Para el aviso de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgo de caída de personas, choques o golpes, así como para la señalización de riesgo eléctrico, presencia de materias inflamables, tóxicas, corrosivas o riesgo biológico, podrá optarse por una señal de advertencia de forma triangular, con un pictograma característico de color negro sobre fondo amarillo y bordes negros.

Las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de color blanco o amarillo. Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo.

La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro (botiquín portátil) se realizará mediante una señal de forma cuadrada o rectangular, con un pictograma característico de color blanco sobre fondo verde.

La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal.

# Anexo VII: Índices

*Figuras*  
*Tablas*  
*Ecuaciones*

INDICE DE FIGURAS

· Figura 1. Esquema TT..... 22

· Figura 2. Centro de mando..... 26

· Figura 3. Caja de conexiones..... 31

· Figura 4. Luminaria Aramis..... 33

· Figura 5. Distribución fotométrica Aramis..... 34

· Figura 6. Distribución fotométrica Aramis..... 35

· Figura 7. Luminaria Zafiro..... 36

· Figura 8. Distribución fotométrica Zafiro..... 37

· Figura 9. Distribución fotométrica Zafiro..... 37

· Figura 10. Lámpara Master City White..... 39

· Figura 11. Lámpara Master SON PIA..... 40

· Figura 12. Contacto directo..... 42

· Figura 13. Puesta a tierra TT..... 44

· Figura 14. Esquema de telegestión..... 71

· Figura 15. Software..... 72

· Figura 16. Controlador del segmento..... 73

· Figura 17. Acoplador de fase..... 74

· Figura 18. OLC..... 75

· Figura 19. Balasto electrónico..... 76

· Figura 20. Iluminancia en retícula principal..... 95

· Figura 21. Isocurvas de iluminancia en retícula principal..... 95

· Figura 22. Luminancia en retícula principal.....	96
· Figura 23. Luminancia en centro de vía de retícula principal.....	97
· Figura 24. Isocurvas de luminancia en retícula principal.....	97
· Figura 25. Iluminancia en retícula secundaria.....	107
· Figura 26. Isocurvas de iluminancia en retícula secundaria.....	108
· Figura 27. Luminancia en retícula secundaria.....	109
· Figura 28. Luminancia en centro de vía de retícula secundaria.....	109
· Figura 29. Isocurvas de luminancia en retícula secundaria.....	110
· Figura 30. Etiqueta energética.....	113

INDICE DE TABLAS

· Tabla 1. Potencia prevista.....	49
· Tabla 2. Temperatura máxima admisible.....	52
· Tabla 3. Intensidad máxima admisible.....	52
· Tabla 4. Caída de tensión en circuito 1.....	56
· Tabla 5. Caída de tensión en circuito 2.....	57
· Tabla 6. Caída de tensión en circuito 3.....	57
· Tabla 7. Caída de tensión en circuito 4.....	58
· Tabla 8. Caída de tensión en centro de mando.....	58
· Tabla 9. Corriente de cortocircuito.....	60
· Tabla 10. Corriente máxima de cortocircuito.....	60
· Tabla 11. Red equipotencial.....	63
· Tabla 12. Electrodo.....	63
· Tabla 13. Calificación energética.....	85
· Tabla 14. Características de la instalación.....	86
· Tabla 15. Características de la vía en retícula principal.....	87
· Tabla 16. Características de la instalación en retícula principal.....	88
· Tabla 17. Clasificación de la vía.....	88
· Tabla 18. Clase de alumbrado.....	89
· Tabla 19. Niveles luminotécnicos.....	89
· Tabla 20. Resplandor luminoso nocturno.....	90
· Tabla 21. Luz intrusa o molesta.....	90

· Tabla 22. Flujo hemisférico superior..... 91

· Tabla 23. Rendimiento mínimo de la luminaria..... 91

· Tabla 24. Resultados de iluminancia en retícula principal..... 96

· Tabla 25. Resultados de luminancia en retícula principal..... 98

· Tabla 26. Resultamos de luminancia en centro de vía de retícula principal..... 98

· Tabla 27. Eficiencia energética mínima..... 99

· Tabla 28. Eficiencia energética de referencia..... 100

· Tabla 29. Características de la vía en retícula secundaria..... 102

· Tabla 30. Características de la instalación en retícula secundaria..... 102

· Tabla 31. Clase de alumbrado en retícula secundaria..... 103

· Tabla 32. Niveles luminotécnicos..... 104

· Tabla 33. Clase de índice de deslumbramiento..... 104

· Tabla 34. Índice de deslumbramiento..... 104

· Tabla 35. Resultados de iluminancia en retícula secundaria..... 108

· Tabla 36. Resultados de luminancia en retícula secundaria..... 110

· Tabla 37. Resultados de luminancia en centro de vía de retícula secundaria..... 110

· Tabla 38. Eficiencia energética mínima en retícula secundaria..... 111

ÍNDICE DE ECUACIONES

· Ecuación 1. Potencia..... 50

· Ecuación 2. Resistencia del conductor..... 51

· Ecuación 3. Intensidad máxima admisible..... 53

· Ecuación 4. Intensidad trifásica..... 54

· Ecuación 5. Caída de tensión trifásica..... 54

· Ecuación 6. Caída de tensión porcentual..... 55

· Ecuación 7. Caída de tensión total..... 55

· Ecuación 8. Intensidad de cortocircuito..... 59

· Ecuación 9. Resistencia..... 59

· Ecuación 10. Tiempo de corte..... 60

· Ecuación 11. Poder de corte..... 61

· Ecuación 12. Intensidad nominal de interruptor..... 61

· Ecuación 13. Intensidad de actuación de interruptor..... 61

· Ecuación 14. Intensidad de actuación de interruptor..... 62

· Ecuación 15. Resistencia de puesta a tierra de red equipotencial..... 63

· Ecuación 16. Resistencia de puesta a tierra en electrodos..... 63

· Ecuación 17. Eficacia luminosa..... 92

· Ecuación 18. Factor de mantenimiento..... 93

· Ecuación 19. Eficiencia energética..... 99

· Ecuación 20. Índice de eficiencia energética..... 100

---

---